

苏州内河港市区港区白洋湾作业区江苏（苏
州）国际铁路物流中心码头工程南港池一期
工程

远控半自动岸边集装箱起重机

技术规格书

华设设计集团股份有限公司

2024年08月

目 录

一、总则	1
二、项目概况及总体要求	1
2.1 项目概况.....	1
2.2 使用地点.....	1
2.3 使用现场的设计条件和自然条件.....	2
2.4 总体要求.....	3
2.5 节能技术要求.....	6
三、设备需求一览表	6
3.1 本工程总体设备配置及参数一览表.....	6
3.2 供货范围	6
四、标准和规范.....	8
五、技术性能指标	9
5.1 概述.....	9
5.2 主要技术参数.....	10
5.3 起重机工作级别	11
5.4 整机稳定性.....	12
5.5 材料和工艺.....	12
5.6 钢结构.....	14
5.7 主要机械零部件	15
5.8 主要工作机构.....	19
5.9 应急机构.....	25
5.10 液压系统.....	25
5.11 集装箱吊具	26
5.12 润滑.....	29
5.13 清洁和油漆.....	30
5.14 平台、斜梯、走道和直梯.....	32
5.16 机房及电气室.....	32
5.17 供电系统.....	35
5.18 控制系统.....	39
5.19 安全保护装置.....	45
5.20 布线及机柜.....	48
5.21 通信、广播、工业电视.....	50
5.22 照明.....	51
5.23 通风/空调.....	53
5.24 接地、防雷保护.....	53
5.25 铭牌、标记、钥匙	54
5.26 防火消防设施.....	55
5.27 岸桥远控自动化.....	56
5.28 外购配套件和外协件.....	73
5.29 备品备件及工具附件.....	76
六、检验考核要求.....	82
6.1 检验.....	82
6.2 安装、调试、试验和验收.....	83

七、设备包装、运输、储存.....	89
7.1 设备包装.....	89
7.2 设备运输.....	90
7.3 储存.....	90
八、技术文件和设备的交付.....	90
8.1 一般要求.....	90
8.2 资料提交的基本要求.....	91
8.3 设备的交付.....	92
九、技术服务和质保期服务要求.....	93
9.1 设计、设计联络会与设计审查（分为初审和终审）.....	93
9.2 现场技术服务.....	95
9.3 质保期服务.....	98
9.4 伴随服务.....	99
9.5 培训服务.....	103
十、质量控制、安全管控、工期、考核要求.....	105
10.1 监理和质量控制.....	105
10.2 质量要求.....	105
10.3 出厂要求.....	106
10.4 安全管控要求.....	106
10.5 工期及考核要求.....	107
10.6 验收考核要求.....	107
附件1 主要技术参数表.....	107
附件2 附图.....	109
附件3 投标人技术附表.....	109

一、总则

本技术规格书适用于苏州内河港市港区白洋湾作业区江苏（苏州）国际铁路物流中心码头工程南港池一期工程的远控半自动岸边集装箱起重机设备（轻型岸桥），内容针对该工程岸边集装箱起重机的功能设计、结构、性能、制造、运输、安装、安装指导、调试、试验和验收（含相关安全技术检测、取证）、质保、售后服务等方面做出了规定。

本技术规格书提出的是最低限度的技术要求，并未规定所有的技术要求和适用的标准，投标人应提供满足本技术规格书和所列标准要求的高质量产品及其相应服务。投标人提供的产品及服务还必须满足国家有关安全、环保等强制性标准。

投标人应提供高质量的设备。这些设备应是成熟可靠、技术先进的产品，且制造厂已有同类型产品制造和运行的成功经验。

如对本招标文件有偏差(无论多少)都必须清楚地表示在招标文件技术规格偏离表中。否则将认为投标人提供的设备完全认可本招标文件和标准的要求。

本招标文件、书面澄清作为以后订货合同的技术附件，有同等效力。投标人提供多家同档次分包商品牌及主要部件/外购件清单供招标人择优选用。最终配套件品牌由招标人技术评审后，买卖双方共同签字确认。投标文件中应列明所有主要配套件的分项列表及分项报价，仅报主要配套件而没有分项报价则视为不响应标书。

投标人须执行本规格书所列标准及相关国际标准、国家标准或企业标准。（有不一致时按较高标准执行）。

投标人提供的所有设备及产品应采用国内外领先技术，投标人将负责按照要求保证设备的先进性、可靠性及完整性。根据工艺要求，如所提供设备由于投标人原因产生的数量或设计、质量上的缺陷，投标人将对此负责。

涉及到土建对接、设备设计核算等，相关图纸需要经过华设设计集团股份有限公司确认后执行。

二、项目概况及总体要求

2.1 项目概况

本项目采用挖入式布置，两侧各设 4 个 1000 吨级集装箱装卸泊位，共 8 个 1000 吨级集装箱泊位。单侧的泊位长度为 260m，共 520m。本工程码头前沿共布置 4 台轻型岸桥，本次招标 4 台轻型岸桥。

2.2 使用地点

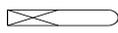
苏州内河港市港区白洋湾作业区江苏（苏州）国际铁路物流中心码头工程南港池一

期工程码头现场。

2.3 使用现场的设计条件和自然条件

2.3.1 作业船型

表2-1 设计船型表

船舶吨级(t)	代表船型尺度(m) (总长×总宽×设计吃水)	代表船舶、船队图示	备注
2000	集装箱船 90×17.8×3.3	(1) 200TEU 	代表船型
1000	集装箱船 73×13.8×2.8	(2) 110TEU 	兼顾船型
	集装箱船 55×13.8×2.8	(3) 80TEU 	

2.3.2 水位及码头面标高:

设计高水位: 2.4

设计低水位: 0.4m

码头面高程: 4.2m

以上高程均为 85 国家高程

2.3.3 自然条件

卖方应注意起重机所在地区的基本条件, 起重机的设计及工艺均应考虑到工作环境所出现的温差、湿度、盐雾、灰沙、暴雨、雷电等因素; 在设计和选用防护漆及各种油膜时, 应考虑防灰尘、防盐雾和防锈蚀等。

1、气温

历年最高气温: 39.2℃ (1992年7月24日);

历年最低气温: -9.8℃;

多年平均气温: 15.7℃。

2、降水

受季风的影响, 降水量在年内分布极不均匀, 每年4~6月是梅雨季节, 7~9月多台风暴雨, 4~9月的降水量约占全年的70~80%。

多年平均降雨量: 1140mm;

最大年降雨量: 1555mm;

最小年降雨量: 604mm;

日最大降雨量: 343mm。

3、风况

项目所在地常年主导风为东南风和东风，主要集中在夏季；其次为西北风，主要集中在冬季。多年平均风速为3.4m/s，最大风速达22.9m/s（东南风）。

年平均大风天数：11.4天；

年最大大风天数：27天；

年最少大风天数：3天。

4、雾、霜、雪

该地区每年均出现雾、霜、雪天气，多年平均雾日天数为25天，年平均下霜天数43天，年平均降雪天数为7天，但基本不影响通航。

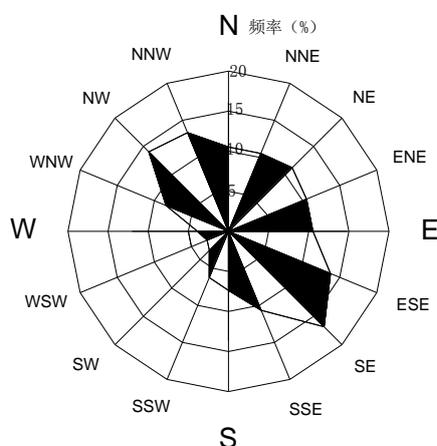


图 3-2 风向玫瑰图

5、地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)，场址区设计基本地震加速度为0.10g，抗震设防烈度7度，设计分组为第一组。场地类别为III类，场地土类型为中软土。场地发育2-2层软弱土及1-3层可液化土，场地属于抗震不利地段。

2.3.4 整机使用寿命

整机使用寿命在30年以上。

岸边集装箱起重机预埋件布置详见附图（由招标人提供电子版图纸）。

2.4 总体要求

(1) 投标人应对本规格书提出的技术要求逐条进行响应。对规格书的偏差必须反应在附件1技术偏差表中。

(2) 岸边集装箱起重机分别安装在本工程集装箱泊位轨道上，岸边集装箱起重机配电箱的位置布置需经设计院电气专业核实。

(3) 岸边集装箱起重机用于 2000 吨级集装箱船装卸船作业，兼顾 1000 吨级集装箱船舶装卸作业。

* (4) 本机具有的功能：本起重机为沿轨道行走的桥架类起重机，它带有安装在大梁轨道上的高速横移小车，能在大梁轨道上利用吊具进行集装箱的装卸。起重机能做起升、小车运行、大车行走等运动，所有运动应由电动机驱动，应能单独和联合进行。该机应具有以下使用功能：

a. 在轨道上作业，能进行起升、小车行走、大车沿轨道行走。应能单独和联合进行。除大车运行外，其它机构可相互联合动作。

b. 集装箱吊具更换应方便迅速，每次更换时间一般不应超过 15 分钟。

c. 所有作业需要的操作均可在操控台上进行。

d. 起升、小车、大车行走机构速度驱动系统应采用交流变频调速、PLC 控制，由计算机进行故障检测。

e. 集装箱吊具应能同时起吊 1 个 20ft、40ft 及 45ft 的集装箱，司机可在操控台控制集装箱吊具旋锁的开闭、倾转及导向板的起落。

f. 机构布置合理应便于维修保养，机房内设维修起重设备，应具备机械限位、电气限位、重量显示功能。

g. 为确保岸边集装箱起重机安全可靠地工作，应装设各种安全保护和指示装置。

h. 设航空障碍信号灯、风速仪等装置。

i. 岸边集装箱起重机采用 AC10kV、50Hz 三相，电缆卷筒供电。

j. 岸边集装箱起重机设管理系统(CMS)。

k. 岸桥集装箱起重机应具备远程自动化功能，对陆侧实现对内集卡、无人水平运输车的一键自动抓放箱功能；由陆侧至船侧安全高度以上实现自动运行；对船侧安全高度以下实现快速手动抓箱、放箱；应配置 OCR 智能理货系统实现智能理货；应支持由 TOS 系统调度自动化作业和单机自主规划作业两种模式，并能实现快速切换。

(5) 投标人提供的设备应功能完整，技术先进，并能满足人身安全和劳动保护条件。

(6) 所有设备均应正确设计和制造，在正常工况下均能安全、持续运行，不应有过度的应力、振动、温升、磨损、腐蚀、老化等其它问题，设备结构应考虑方便日常维护（如加油、紧固等）需要。招标人欢迎投标人提供优于本规格书要求的先进、成熟、可靠的设备及部件。

(7) 设备零部件应采用先进、可靠的加工制造技术，应有良好的表面几何形状及合适

的公差配合。招标人不接受带有试制性质的部件。

(8) 外购配套件，必须选用知名品牌、节能先进的产品（详见配置表），并有生产许可证及生产检验合格证。严禁采用国家公布的淘汰产品。对重要部件需取得招标人认可。投标人应对外购的部件及材料进行检验，并对其质量、性能负责。对目前国内产品质量尚不过关的部件，选用进口产品。无论投标人投标时针对一个品牌或多个品牌报价，招标人都保留可选择其中任何一种的权利，签订合同或设计审查确定配套件时，投标人不得以自己的投标报价低而不遵守招标人的决定。

(9) 易于磨损、腐蚀、老化或需要调整、检查或更换的部件应提供备用品，并能比较方便地拆卸、更换和修理。所有重型部件（包括电动机）均应具有便于安装和维修需要的起吊或搬运条件。

(10) 所用的材料及零部件（或元器件）应符合有关规范的要求，且应是全新优质产品，并能满足当地环境条件的要求。

(11) 所使用的零部件或组件应有良好的互换性。所有减速器均为硬齿面减速器。减速器应转动灵活、密封良好、无冲击和渗漏油现象。

(12) 液压系统及部件在组装前必须进行清洗，组装后应密封好、无冲击和渗漏现象。油箱温升一般不高于环境温度 30℃，但油箱油温一定不得超过 60℃，一般应控制在 30℃～50℃范围内。

(13) 各转动件必须转动灵活，不得有卡阻现象。润滑部分密封良好，不得有油脂渗漏现象。轴承温升一般不得大于 40℃，轴承温度不得超过 80℃。

(14) 设备中的结构件钢材在下料前需进行喷丸预处理。

(15) 设备及部件的噪声必须符合国家有关标准规定的要求。

(16) 露天工作的电动机、减速器、制动器均应设置防护、防雨罩并应便于拆卸。所有外露的电气设备及元件均应有防护、防冻、防雨水、防晒、防尘、防潮等措施。所有的驱动装置均应装设可靠的制动装置。

(17) 外露的转动部件均应设置防护罩，且应便于拆卸。人员易于达到的运动部位应设置防护栏。对需要维护的工作点应有足够的空间和立足点，必要时可设平台。当平台高度 $\geq 1.5\text{m}$ 时，需装设栏杆，但不应妨碍维修工作。

(18) 投标人应积极响应招标人在技术上所提出的要求，并密切配合招标人的具体工作。

(19) 机上通讯设备应保证能与地面通讯设备进行互联互通。

(20) 设备采用远程自动化操控模式，保留机上司机室，机上应具备检修操作功能。

(21) 由机上到远程操控室机房应具备光纤和 5G 冗余通信，应实现光纤和 5G 通信的无缝切换，港内已覆盖 5G 专网，通信方案应在设计审查时确认。

(22) 设备应能接收 TOS 系统的指令，对有人内集卡和无人水平运输平板车进行作业。

(23) 港机设备的机械加工制造应在投标人原厂进行，严禁转包给其他厂家或者由其他厂家、加工基地进行代工。

2.5 节能技术要求

为达到节能降耗目的，本次招标的起重机要充分体现其节能效果，选用的主要耗能元器件与同类产品对比，能耗需要有明显下降。投标人应提供详细的节能技术和方案，如果降低起重机的整机装机容量，应说明是否会影响起重机运行主要技术参数，并提供详细的资料，供招标人确认。投标人应通过适当的设计实现起重机的最低能耗，以防止在辅助功能、加热和照明方面浪费能源。功耗（提高的功率因数和轴的实际输出）也应遵循合理可接受尽可能低的水平（ALARA）原则。对于采用减速和加速的非优先移动系统，应优先考虑节能。

三、设备需求一览表

*3.1 本工程总体设备配置及参数一览表

表3-1 总体设备配置一览表

序号	设备规格	额定起重量	最大外伸距	数量	单位
1	40.5t-19m	吊具下 40.5t	19m	4	台

*3.2 供货范围

本次招标投标人应按技术规格书规定提供带集装箱吊具的岸边集装箱起重机及附属设备共 4 台。它包括以下内容，但不仅是以下内容：

设计、制造、部装、总装、运输、安装、调试、轻载和重载联动试验、验收、技术培训 and 售后服务等内容，属交钥匙工程。

(1) 提供吊具下起重量 40.5t，最大工作幅度 19m 的岸边集装箱起重机 4 台；

(2) 每台岸桥配一台套起升吊具上架（上架规格需与堆场轨道吊规格一致，可互换）；

(3) 每台岸桥配置一台经招标人认可的能装卸 20ft/40ft/45ft 的伸缩式吊具；

(4) 应配置一台备用吊具，备用吊具应和原机吊具一致，应包含所有自动化传感器、摄像头等；

(5) 应提供 1 台地面吊具放置支架，1 台吊具拖车；

- (6) 应提供具有 PLC 功能的便携式吊具模拟器 1 套，包含 20 米电缆及快速接头；
- (7) 提供 1 台具有显示屏的遥控器用于无线遥控操作岸桥运行，参数配置及品牌需经招标方认可；
- (8) 应提供 4 套岸桥远控自动化系统，包含所有软硬件；
- (9) 应提供 4 台远程操控台，操控台应含软件和硬件，操控台的设计应经过招标人认可，在设计审查时确定，相关自动化组件安装于远程操作中心（最终以招标方确认为准；
- (10) 应提供 4 套智能理货系统，提供与 TOS 和无人水平运输调度系统 FMS 的接口；
- (11) 配备 8 套便携式编程控制器，intel i9-12900H 处理器，32G 内存 DDR5，显卡 RTX3070Ti，1TB 固态硬盘，屏幕刷新率 240Hz，屏幕尺寸不大于 16 英寸，安装有正版操作系统、OFFICE、编程通讯线缆，其品牌和配置要求由招标方确认，应提供原厂配置，在合同签订后供货。
- (12) 每台岸桥配置高压上机电缆（光纤不少于 24 芯单模光纤），有效行走距离按左、右各 170 米，包含高压电缆接头以及试验。
- (13) 每台岸桥应提供经招标人认可的与起重机匹配的电缆接电装置（1 套/台，内含与地面光缆和供电电缆连接所需的所有配套件）、电缆换向装置和电缆导缆装置（1 套/台）、码头高压接电坑盖板（1 套/台，含拖缆槽并与码头拖缆槽衔接）。
- (14) 每台岸桥配置起重机管理系统（LCMS 及 RCMS），包括带 CMS 软件的工控机（每台机配套 1 台），带 RCMS 软件的台式机及显示器（配置 2 台）。
- (15) 提供所有与本项目相关系统接口。单机岸桥、远程操作台的出口交换机分别通过光纤连接到集控中心机房核心交换机网络，实现系统通讯。投标人应提供岸桥和远程操作台内部的交换机、出口交换机、远程操作台相关软硬件、机上视频存储系统；
- (16) 投标人应提供岸桥远程操控 5G 通信的设备，包含 CPE、三层交换机等，招标人港内已覆盖 5G 专网信号，应实现光纤与 5G 链路的无缝切换，5G 通信方案需经招标人认可。
- (17) 本工程共布置 8 组轻型岸桥防风锚碇装置，本项目提供 8 组，供设备使用。每组包括防风拉索装置（含底座）4 套，锚碇装置（含底座）4 套，顶升板 8 套（土建预埋，不在本次供货范围）。另外用于轻型岸桥的车挡 4 套。投标人提供上述装置的设计、制造和安装，招标人负责上述装置预埋件（预埋螺栓和钢板）的施工，提供大车河、陆侧轨道两端极限限位开关触碰设施的设计、供货和安装。预埋件布置见附图。
- (18) 每台岸桥应提供登机门禁系统，应提供 1 套自动灭火装置；
- (19) 投标人提供的所有软件、硬件均应获得厂家授权；

(20) 投标人提供随机备品备件、随机工具、仪器、仪表及试验设备；

(21) 投标人提供满足 2 台岸桥一年维保需求的各类润滑油脂等；

(22) 投标人除提供随机备品备件外，还应提供总投标价 1%的可选备品备件，投标时应列出常用备品备件明细及单价，由招标人自主选择，应包含在总报价内。

(23) 本项目为交钥匙工程，投标人应负责岸边集装箱起重机的设计、制造、运输、保险、安装、调试和试车、检验、技术服务、取证、验收合格、交付使用及质保期间、售后服务产生的一切费用；

(24) 投标人应负责与 TOS 系统、无人水平运输管理系统 FMS 对接，应支持接入 TOS 系统、FMS 系统，由此产生的费用均由投标人承担。

(25) 投标人应免费开放 CMS 接口，将数据提供给招标人的能耗管控平台以及港机全生命周期管理系统中；

(26) 投标人应提供可供管理和维修用的、完整的技术资料和图纸八套(另附计算机管理软件备份等电子文档二套)以及相关培训。

(27) 投标人应向招标人提供 PLC 程序源码，并有相应注释，提供所有系统用的数据库的表结构、数据字典，免费开放所有数据接口，在质保期内免费配合招标人进行数据接口对接工作。

(28) 应根据招标人的要求，提供现场安全标识、牌板，设置位置及数量在设计审查时确定。

四、标准和规范

(1) 岸边集装箱起重机的设计、制造、安装、验收应以中国国家标准（GB）为基础，并参考下列规范和标准（以最新版本为准）。投标人在投标时应提供设备采用标准的一览表。

GB3811	起重机设计规范
GB/T15361	岸边集装箱起重机
GB8918	重要用途钢丝绳
JB/T9006	起重机 卷筒
GB50278	起重设备安装工程施工及验收规范
GB50256	电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范
GB/T10183.1	起重机 车轮及大车和小车轨道公差 总则
JB/T6392	起重机车轮
JTS257	水运工程质量检验标准

JT556	港口防雷与接地技术要求
GB3323	金属熔化焊焊接接头射线照相
GB1764	漆膜厚度测定法
GB8923	涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
GB/T 9174	一般货物运输包装通用技术条件
JB/T 5947	工程机械 包装通用技术条件
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 50217	电力工程电缆设计规范
DL/T 5137	电测量及电能计量装置设计技术规程
DL/T 5136	火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程
GB/T 7251	低压成套开关设备和控制设备
GBJ55	工业与民用通用设备电力装置设计规范
GB 4208	外壳防护等级（IP 代码）
IEC144	低压开关和控制设备的外壳防护等级
ANSI488	可编程仪器的数字接口
ISA—55.2	过程运算的二进制逻辑图
ISA—55.3	过程操作的二进制逻辑图
GB/T50062	电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB/T17468	电力变压器选用导则
AWS	焊接检验规范

上述标准均应为招标截止日时的最新有效版本。

(2) 其他适用的标准和规范，如材质、微电子设备和系统、通信、弱电布线、建筑防雷、电子信息设备防雷、尺寸公差、形位公差等其他相关的国家和行业标准以及国家有关安全技术检测的规定、标准和要求等。

凡设备、资料、图纸和技术培训中涉及到文字或语言的，均以中文书写。

以上标准如有最新版本，则按最新版本执行。在采用上述所列标准有矛盾时，投标人应将这些矛盾之处写清对比说明提交招标人，由招标人决定。

五、技术性能指标

5.1 概述

起重机应按每天 24 小时在全天候气候下连续工作设计。使用寿命 30 年。

起重机设计应满足连续循环装卸满载集装箱或一般货物的要求。为使生产循环时间最短，在选择机械和电气设备时，应考虑到起升和小车能同时运动。当起重机工作以最短工作循环时间连续工作，机械和电气设备应能产生额定扭矩并使温升在允许值内。

*5.2 主要技术参数

(1) 岸边集装箱起重机主要技术参数及尺寸如下表所示。

项目		远控半自动岸边集装箱起重机	备注
吊具下额定起重量 (t)		40.5	
前伸距 (自河侧轨道中心计) (m)		19	
后伸距 (自陆侧轨道中心计) (m)		4	
陆侧悬臂距离轨道中心 9m 以外最高点		$\leq 22\text{m}$ 且要保证和场桥前悬臂的安全距离	
河侧轨道至岸壁距离 (m)		2.5	
起升高度 (m)	轨面上	≥ 13	
	轨面下	≥ 7	
起重机速度	起升机构 (m/min)	空载 (仅载吊具)	≥ 60
		满载	≥ 30
	小车 (m/min)		≥ 90
	大车 (m/min)		≥ 30
满载起升/下降加减速时间 (s)		≤ 2.5	
空载起升/下降加减速时间 (s)		≤ 5	
小车加减速时间 (s)		≤ 6	
大车加减速时间 (s)		≤ 6	
起重机轨距 (m)		16	
起重机基距 (m)		17.4	
轮距 (mm)		≥ 715	
轮数 (单腿/总轮数) (个)		8/32	
轨道型号		QU80	暗轨
门架净空高度 (m)		≥ 6	
门框内宽净距 (m)		≥ 15.5	
工作及非工作状态最大轮压 (kN)		≤ 250	水工结构设计值
顺轨道方向水平力		不大于轮压的 10%	
垂直轨道方向水平力		$<$ 轮压的 3%	

机构名称	起升	小车牵引	大车行走
使用等级	T8	T8	T5
载荷状态	L3	L3	L2
工作级别	M8	M8	M5

5.4 整机稳定性

起重机的整体稳定性应按《起重机设计规范》(GB3811-2008)和 FEM 标准进行设计,稳定性的计算应考虑最大外力的所有可能的情况。防倾覆的安全因素应按最大风压计算,保证起重机在工作状态和非工作状态下的整体稳定性。

当小车吊着额定载荷起升到最高位置,以额定速度碰撞轨道梁一端的车挡并承受同方向的极限工作风速 8 级 20m/s 时,起重机应保持稳定。

5.5 材料和工艺

(1) 起重机必须选用优质,符合认可规范的材料,所有材料都应有质量保证书,检验记录和合格证书,否则不得使用。所有材料不得有明显锈蚀、瑕疵等缺陷,重要部位的材料按技术要求进行相应的化学成分、力学性能试验,向招标人提供试验报告,并进行材料使用跟踪,以保证专料专用。

(2) 主要钢结构选定板厚时应充分考虑腐蚀影响,主结构不准采用轻合金材料。

主要承载构件板厚:

对钢板或扁钢: $\geq 8\text{mm}$

对型钢、钢管壁: $\geq 6\text{mm}$

次要构件板厚:

对钢板、扁钢或型钢: $\geq 6\text{mm}$

对钢管壁: $\geq 4.5\text{mm}$

机房围棚,平台框架,栏杆,挡脚板,电器类穿线管等非主要受力构件不受此限制,满足相关规范及安全要求。

主要关键结构材料均采用 Q355B。

所有零件毛坯的质量都应符合认可的标准和规范。

(3) 采用的连接材料必须符合认可的标准和规范所规定的要求,高强度螺栓、螺母均应经热处理,并应经拉力试验,试验报告应提交给招标人保存。对钢结构摩擦型高强度螺栓结合面对接缝间隙,应用耐老化的填料填充,以防渗水。外露螺栓螺帽均应采取防锈措施。

(4) 所有钢结构件的钢材在焊接前必须进行预处理，并涂上可焊底漆（预处理底漆采用无机锌车间预处理底漆），焊接须采用气体保护焊；主要受力焊缝应采用自动焊，外部焊缝均应是连续焊接，其应力最大的断面附近不允许有对接焊缝，所有焊缝均不允许出现气泡、夹渣和咬边等影响制造质量的缺陷；用于主要钢结构的焊条的抗拉强度及焊缝强度均应稍高于母材的抗拉强度，以确保焊接质量。

(5) 焊接工艺和焊缝的检查应严格遵照被确认的标准和规范，采用合理的焊接工艺防止和减少焊接产生的内应力和变形，对焊接变形较大的部位应进行矫正。

(6) 焊接工艺和焊缝质量的检查必须严格遵照 AWS 标准。所有焊接工作应由 AWS 批准或具有相同资格的焊工进行。如果采用替代标准，投标人应向招标人提供这些标准，并保证这些标准等于或优于 AWS 标准。提交焊工的资格证书，招标人代表有权随时检查。重要的焊接部位及应力大于 70% 许用应力的受拉焊缝必须经 100%UT 检查，所有的检验报告均应提交招标人保存。

(7) 钢板、型材使用前应进行校直和整平。钢板、型材的矫直与弯曲成型必须采用加压工艺，不得锤击。

(8) 投标人须采用先进的制造工艺，板材和型材必须使用压力机或弯管机进行矫直和弯曲，不采用锤击方法。所有钢结构下料须采用数控切割，以保证钢结构的尺寸精度。

(9) 钢结构上的孔，应是钻削制孔或铰制孔，不允许冲孔，并应符合被认可的标准和规范。

(10) 重要的轴类（如齿轮轴、金属结构及台车平衡梁铰接轴、车轮轴、滑轮轴等）应进行材料试棒试验，并向招标人提交有关的试验报告。

(11) 所有滑轮采用轮缘轧制直接成型或采用环锻，滑轮绳槽硬度应适当，既耐磨又不影响钢丝绳寿命。

(12) 所有机加工件必须符合认可标准和规范的精度等级。

(13) 凡需要热处理的机械零件均应按各自标准的规范所规定的要求进行适当的热处理。

(14) 铸锻件，金属焊接机加工件必须消除残余应力，保证尺寸精度。

(15) 钢丝绳的结构和性能必须满足起重机的使用要求，并应符合被认可的标准和规范。钢丝绳应具有出厂检验证书，出厂时应涂润滑脂保护。钢丝绳强度不大于 1800Mpa。钢丝绳应具有出厂检验证书，出厂时应涂润滑脂保护。

5.6 钢结构

5.6.1 概述

(1) 起重机钢结构应满足强度、稳定性和刚度要求。设计中应考虑风载荷在结构上引起的共振，整机沿大梁小车运行方向晃动幅度以及大梁最大挠度均不得超过《起重机设计规范（GB/T3811）》允许值。

(2) 结构件的外形应便于维修，保养，除锈和涂漆，并在适当的位置焊设维修用专用吊耳。构件各部位不应积水，凡有可能积水之处均应有泄水孔排净积水。所有需要检查、维修的地方应设置检查孔。对密闭的箱型构件必须满足气密的要求，并做气密试验。

(3) 门框立柱间的斜撑、横撑联接采用螺旋管结构，门框和主梁以及横梁之间的联接应采用焊接结构（门框立柱和上横梁的联接采用螺栓法兰连接，立柱与下横梁采用焊接结构）。

(4) 主要箱型梁不允许横向拼接。

(5) 应考虑工作环境对结构的腐蚀影响。

5.6.2 重点要求

(1) 前臂梁和桥架的钢结构必须采用合理的施工工艺，以降低接头处的应力集中，并使疲劳强度符合 FEM 的计算规范要求。钢结构必须保证在所有情况下，震动最小，特别应考虑加、减速时的震动。

(2) 前、后臂梁架必须具有足够的抗扭性，以保证小车的正常运行，其形式应得到招标人的认可。

(3) 小车轨道的中心线应与承轨梁腹板的中心线相重合，其安装工艺需经招标人认可。

(4) 主结构为焊接结构。主构件焊接应是熔接焊缝，在不适于焊接的地方，允许使用经精密车削的带锁紧螺母的螺栓，螺栓孔应是铰制孔。还可以使用高强度摩擦夹紧螺栓，其设计预紧力可以用扭力扳手或者其它经认可的方法准确达到。构件被接合的地方应是密封的。

(5) 法兰连接的构件，连接的接合面必须有足够的接触面积，没有翘曲、透光现象存在。

(6) 密闭构件按气密制作，并按国家和行业标准做气密试验，气密试验应有招标人参加，报告应提供给招标人。

(7) 起重机的前、后臂梁、陆侧拉杆、江侧梯形架、门框、横梁等结构形式必须经招标人认可。

5.7 主要机械零部件

5.7.1 钢丝绳

钢丝绳的结构和性能须经招标人认可。钢丝绳应有出厂合格证书，出厂时涂中性润滑油保护。起升、小车钢丝绳的最小安全系数不小于6。钢丝绳应有生产厂家出具的材质及破断拉力试验报告。全部钢丝绳应采用普通右捻（Z向捻）钢芯钢丝绳，投标方需提供全部钢丝绳结构形式须经招标方认可，机房维修用起重设备的钢丝绳应采用不扭转的结构形式。每台岸桥的适当位置设置用于安装便携式钢丝绳检测仪的固定支架，以便进行检测。

5.7.2 钢丝绳卷筒

应采用机械加工的外表面和绳槽的钢丝绳卷筒，卷筒由钢板弯卷焊接而成，焊缝须退火并经无损探伤检查，其外表面和绳槽进行精加工及中频热处理，硬度为HB300~380，卷筒为单层缠绕，卷筒上设置防止钢丝绳叠绕装置，换绳装置所用的辅助绳可多层缠绕。筒体应经静平衡检验，并向招标人提供检验报告和静平衡检验照片。

卷筒采用单层缠绕。

(1) 绳槽为标准槽型。卷筒采用单层缠绕。钢丝绳在卷筒上应排列整齐，单层缠绕时，绕进或绕出卷筒时钢丝绳对绳槽每一侧偏斜角不得大于 2.5° 。

(2) 吊具在最高位置时卷筒上有不小于2圈的剩余槽，吊具在最低位置时卷筒上钢丝绳固定端有3.5圈的安全圈。

(3) 卷筒名义直径比应大于25。

(4) 卷筒轴承座应采用滚动轴承。

(5) 绳槽以下的卷筒壳体的设计厚度应考虑制造公差，槽底净厚度应不小于钢丝绳直径的0.7倍。

(6) 各卷筒之下，沿全部绳槽长度设有润滑油滴油盘。该滴油盘应保证润滑油的收集及容易清理。

5.7.3 滑轮

采用热轧或环锻滑轮，滑轮槽应经精加工以便所选的钢丝绳和绳槽有良好的配合。其它形式滑轮须经招标人认可。

(1) 动滑轮应采用滚动轴承，均衡滑轮可以采用铜套。

(2) 滑轮上应设防止钢丝绳跳槽的保护装置。

(3) 滑轮应尽量标准化和通用化，尽可能做到具有互换性。

(4) 设计时应考虑能便于对滑轮进行检查、润滑、装配、更换。

(5) 滑轮的公称直径(mm)/钢丝绳直径(mm)之比 e : 对于起升和小车的动滑轮 $e \geq 28$, 均衡滑轮 $e \geq 18$ 。

(6) 滑轮槽淬火层 3mm 处硬度不得小于 HRC40。

(7) 各滑轮应能满足更换钢丝绳时接头顺利通过的要求。

(8) 钢丝绳出入角要求不得大于 2.5° 。

5.7.4 电动机

(1) 起重机主要机构的驱动电机(如起升、大车、小车)应是起重专用变频电机,并且选择优质品牌产品。

(2) 电机接线盒的安装正面有开阔空间以便于维修。

(3) 所有主要电机装有除湿加热器和过热保护装置。

(4) 起升和小车电机应装设强制通风设备,电机冷却风机采用冷却定子外壳方式。

(5) 留有足够的空间以便于检查和保养。

(6) 所有电机将选用全封闭风冷型,绝缘等级为不低于 F 级,装在室内无尘环境的电动机的防护等级为不低于 IP23,装在室外的为不低于 IP55。

(7) 制动器采用外置式,制动轮或盘的动平衡符合要求,且不会由于紧急停车而遭到损坏。

(8) 电机编码器应采用外置式安装,方便检修。

5.7.5 减速器

减速器总设计寿命不低于应与它所在机构利用等级规定的相应寿命,减速箱相对于电机功率选型不小于 2 倍的安全系数。

齿轮制造应符合 AGMA 标准和中国 GB 标准规定。

所有减速器均应采用全密闭型减速器,采用油浴润滑。箱体机加工前箱体应消除应力。减速器上设带有密封垫的检查孔盖,以便于观察齿轮啮合情况。减速器应装有配过滤器的透气孔、排油阀和磁性塞及单向阀,油位计采用直接可视式(应有油位上下限指示),放油口应便于废油收集。

减速器采用双唇油封或其它寿命长的油封方案,应转动灵活,无渗漏、无跳动和撞击现象。所有减速器应充分润滑。减速器在正常润滑条件下以额定转速无负荷正反向运转 2 小时后,油池温升不得高于 25°C ,以额定转速满负荷连续运转,油池温升不得高于 65°C ,油池最高油温不得高于 85°C 。

齿轮寿命应考虑可靠性要求,所有齿轮应为斜齿轮或螺旋伞齿轮,齿轮重迭系数必须

大于 1。芯部硬度为 HRC35~40，齿面硬度为 HRC58~62，齿轮精度不应低于 GB10095-88 6 级。所有齿轮是淬透的，采用渗碳淬火，不允许感应淬火或火焰淬火。

齿轮经磨削加工，齿面粗糙度不低于 $Ra\ 0.8\ \mu m$ 。所有齿轮应进行 100% 的磁粉探伤，不允许有裂纹。每对齿轮应进行啮合接触痕迹检查，接触痕迹均匀分布，接触面积大于 75%，在满载试验之后验收时，接触痕迹在齿上接触中心并均匀分布，接触面积大于 85%，满负荷运转时，机旁周围 1m 处测得噪音小于 75dB(A)。

所有减速器应提供纸版详细计算说明和电子版装配图纸，在安装前应经磨合试验，投标人应提供试验报告（包括试验条件、温升、噪音、振动等）。减速器工作温 20L 必须在规范规定的范围内，齿轮间隙累计误差应最小，不造成对设备正常运行的影响。

减速机应选择知名品牌，招标人在设计审查时具有最终选择权，无论投标人投标时针对一个品牌或多个品牌报价，招标方都保留可选择其中任何一种的权利，签订合同或设计审查确定时，投标人不得以自己的投标报价低而不遵守招标方的决定。

5.7.6 联轴器

为减轻传动中的冲击，电动机与减速器间的连接应采用弹性联轴器。

(1) 联轴器的最小安全系数 ≥ 2 。

(2) 起升、大车、小车的驱动联轴器应在不拆下各自电动机的情况下可以拆卸更换制动盘。

(3) 联轴器装配应严格控制其径向和轴向跳动，满足 ISO 标准。

5.7.7 制动器和制动盘

小车运行、起升均为盘式制动器。每个制动器安全系数最小为 1.25 (除非另有说明) 并且是优质产品。

制动盘应有良好的耐磨，抗震、散热及动平衡性能。

制动片不允许用石棉材料，应是高耐磨材料制成并易于更换。

制动片要求能在 $400\ ^\circ C \sim 800\ ^\circ C$ 高温情况下，频繁制动的恶劣条件下其摩擦系数不得小于 0.4。

制动器设间隙自动补偿机构。

应急状态下制动器可手动打开。

制动器正常打开后，应具有断电自保持功能。

起升、小车、大车机构的高速轴均要求采用电力液压盘式制动器。制动器为常闭式，靠弹簧力制动，靠电动液力推杆松闸，并可手动强制松闸。高速制动器要求在电机转速降

至 5%时进行制动。设计要求最大限度减小安装在高速轴上的制动器的飞轮矩，以利机构的电机能迅速启动达到额定速度运行。每套高速制动器安全系数不小于 1.25，两套不小于 2.5。制动器要求仅使用一半的条件下便可正常进行额定载荷以下的集装箱装卸。

所有制动器设有摩擦片磨损自动调整、自动对中制动、手动释放及瓦块退距自动均衡等功能，以保证制动盘两侧的制动间隙相同，从而保证制动衬垫磨损一致。制动器架各铰点的销及轴套设有油脂嘴润滑。

5.7.8 轴承和轴承座

各机构均选用滚动轴承，主要机构的轴承（包括减速器轴承）应选用优质品牌轴承。其理论寿命不低于相应工作机构等级，最少不小于 50000 小时，并应满足相应工作机构的环境温度和温升要求。

各机构选用的滚动轴承的理论寿命不小于如下：

机构名称	理论寿命（小时）
起升	50000
小车	50000
大车	6300

轴承座应是沿轴孔中心线剖分的，轴承座或轴承壳应是钢板或锻钢制成，而不应采用铸件。

为保证使用方合法权益，中标厂家需提供轴承原厂项目质保书和授权经销商授权证书。

5.7.9 车轮

车轮均采用双轮缘结构，车轮尺寸与钢轨相匹配。车轮轮缘内侧进行热处理，表面硬度为 HB=300~380，硬化深度不小于 10mm，在深度 10mm 处硬度不小 HB260，车轮材料采用 40CrMo。车轮踏面进行热处理，表面硬度为 HB=300~380，硬化深度不小于 20mm，在深度 20mm 处硬度不小 HB260。车轮采用双轮缘型，车轮踏面与轨道配合时应有足够的富裕宽度，防止发生啃轨。轮轴采用滚动轴承支承。

5.7.10 螺栓、螺母

起重机所有螺栓采用公制，并符合 ISO 标准。

起重机上的所有螺纹连接件都应使用公制标准并符合 ISO 标准，螺栓和螺母应有防松防脱能力。

小于 M12（含 M12）的螺栓组采用不锈钢制品，M12mm 以上螺栓采用达克罗防腐。

5.7.11 垫板

各机构下垫板应牢固不能松动，在组装调整时应使用最少数量的垫板。所有机构下垫板应装在容易接近的地方，便于拆卸和调整。

5.7.12 轴类

重要轴类需提供材料、探伤和性能试验报告。

5.7.13 振动在线监测系统

卖方提供的设备应具有设备状态实时监测系统，且可以将实时数据传送至远端控制中心，监测系统功能至少包括对主要机构及传动部件振动数据进行采集，且对采集的数据进行实时数据分析、故障预警及失效预测。通过对各机构的数据采集来实现有效风险管控及合理的运维策略，来保障设备的安全运行及可靠性。监测系统包含但不限于以下内容：

1、监测系统具备独立的物联网管理平台，具备统一的数据模型管理、APP应用管理等功能；

2、监测系统应采用模块化或积木式结构设计，可根据用户实际需求进行扩展或者分区取消监测；

3、监测系统的各监测点位采用特制光纤进行监测，安装布置简洁、美观，不需要强电或者弱电进行供电；

4、监测系统有独立的可视化展示界面以及综合监控展示，展示界面应至少包括实时振动监测曲线、报警展示、历史回放等；

5、监测系统应具有专业的、多维度的振动以及声波数据采集和分析功能，能实时监测设备的各项性能指标以及振动频率，反映设备运行状况，并对所采集的数据根据实际需要实现报表管理和多级报警功能；

6、检测系统数据能够高效率的通过光纤传送至后台所需要的任何位置；

7、系统应具有历史模拟回放功能，能够根据查询条件如：报警事件等级、事件类别、处理状态、事件性质、报警时间等查看相对应区域的历史数据；

8、监测系统可根据用户需求对任意时间段内数据进行采集截取和分析并且能够自动生成时域波形图和频谱图供用户快速查看异常点；

9、监测系统可根据用户需求能够主动或者通过设置回避不采集同一链路上某一区域内数据；

10、监测系统能够精准定位异常发生位置，识别异常类型和对设备造成的威胁，并在第一时间进行精准定位预警反馈；

11、单台设备监测点位包括但不限于以下内容：

序号	机构名称	检测部位	检测内容	其他备注
1	大车机构	电机	振动	
2		减速箱（各传动级）	振动	
3		车轮	振动	
4	起升机构	电机	振动	
5		卷筒	振动	
6		减速箱（各传动级）	振动	
7		滑轮部件（后大梁、小车架各滑轮）	振动	
8	小车机构	电机	振动	
9		卷筒	振动	
10		减速箱（各传动级）	振动	
11		滑轮部件（前、后大梁各滑轮）	振动	
12		车轮（每个车轮）	振动	
13		轨道	振动	

5.8 主要工作机构

5.8.1 起升机构

起升机构有足够功率且运行平稳，以便加速使整个操作循环在规定时间内顺利完成。起升设清零系统。

(1) 必须使用优质品牌的电液盘式制动器，总的制动力矩是总电动机扭矩的 2.5 倍以上。起升机构高速轴采用 2 个制动力矩各为大于等于 1.25 倍额定负载力矩的盘式制动器，确保一台制动器失效，另一台制动器能够可靠的制动。当按下紧停按钮时，制动器能够迅速有效地停止起升机构全速满负荷的运动。

卷筒上设两个应急制动器，能够保证该机构超速达 115%额定速度时或按下紧停按钮后有效地停止全速满负荷的运动。该应急制动器总制动力矩为大于等于 1.5 倍额定负载力矩。应急制动器可手动释放。

(2) 用数字式指示器给司机指示载荷情况。

(3) 起升机构设有超负荷保护装置。同时为防止货物落地后起升绳过度松弛，应设有起升绳松绳限位。

起重机设超负荷保护装置。

①当吊具下负荷达到额定负荷时，应在远控台给司机指示；

②当吊具下负荷达到额定负荷的 110%时，应在远控台操作界面报警，声光提醒，并自动停止起升。此时下降仍能操作；

③超速保护；

④当重量传感器发生故障时，起重机上的软件允许起重机在没有重量传感器的情况下进行操作。重量传感器形式须经招标人认可。

(4) 起升与小车运行共用一套应急装置。

5.8.2 小车牵引机构

小车的驱动方式采用牵引式。

小车运行设清零系统。

5.8.2.1 小车驱动

设计上保证小车能平稳运行，不允许发生打滑现象，并且易于定期检查和方便维修。小车应能在吊着额定载荷的情况下逆风(风速 20m/s)驶上 1%的坡度，也能在吊着额定载荷的情况下顺风驶下 1%的坡度制动平稳可靠，且具有良好加速性能。

小车应为前后共四轮方式。

为保证在满负载条件下小车能精确导向，应设置水平导向轮，导向轮顶住轨侧转动。导向轮与轨侧的间隙应是可调整的。其可调整的最大偏移量为±15mm。

双轮缘的小车车轮与导向轮采用轧钢材料精加工而成。

小车车轮与导向轮应采用滚动轴承。寿命不小于 50000h。

导向轮应能方便拆卸和更换。

小车驱动电机采用户内电机：

防护等级：IP23

绝缘等级：F

电动机的安装位置应考虑到维护和检修方便。

制动器采用盘式制动器。

5.8.2.2 小车

(1) 小车架应是刚性构架，除了具有足够的强度外，还应具有良好的刚度。设计上能有效防止跑偏及防止吊具左右晃动。小车架设有水平轮等装置，以防止小车啃轨。应设有牵引钢丝绳的液压张紧装置，该装置应由足够排量的液压泵驱动，具有较好的响应性能和

较小的压力波动，并可在张紧装置的液压站实行控制，张紧牵引钢丝绳以确保小车的定位微动性能。

(2) 小车上设置防断(车轮)轴保护装置。顶升点设置在车轮附近，当小车车轮发生故障时，利用顶升点，便于更换小车车轮和轴承。

(3) 小车不工作时(停机位置)应设有插销或锚碇装置，锚碇装置与小车运行有联锁保护。小车锚碇装置应能使操作人员方便、容易进行锚碇。

(4) 小车两端设液压缓冲装置，形式由招标人认可。

(5) 小车构架两侧的起升滑轮应安装有效的防止钢丝绳脱槽装置，并能防止起升钢丝绳与该装置的相互摩擦。

(6) 小车上所有设备能方便的修理和更换。小车车轮和滑轮总成应是机房维修行车或其它设施可接近，以便拆下和下放到地面。小车上设有 AC380V, 63A; 220V, 10A 电源插座供维修使用。

(7) 小车上应设置足够亮的照明设施。

(8) 小车上配置消防器材。

(9) 配置司机室。

(10) 小车运行轨道为梯形对接方式，并设有减冲板以保证小车车轮在此轨道接头处平稳过渡，其方式须经招标人认可。

(11) 小车轨道中心线应坐在轨道梁支承腹板的中心线上，小车轨道的安装应符合技术性能要求(GB/T15361)。小车轨道均为焊接连续长轨。在轨道下垫有连续的起缓冲并有分散轮压作用的加强橡胶垫。方式、方法须经招标人认可。

(12) 小车钢丝绳卷绕

① 小车采用钢丝绳牵引式；

② 设计时应充分考虑起升钢丝绳、小车牵引绳之间运动过程中产生最大振幅的相互干涉及与小车架结构的摩擦。安装可靠具有互换性的抗磨块或托辊。

5.8.3 大车行走机构

大车行走机构由平衡梁，驱动装置、车轮和安全装置组成。起重机的门框通过销轴和平衡梁支承在行走台车的车轮上，以确保腿压均匀地传送到各个车轮上。大车还应设有防断轴保护，一旦断轴整机下坠不得大于 25 毫米。

大车驱动轮数必须大于等于 50%总轮数。行走机构应确保起重机逆(顺)风(风速为 25m/s)和上(下)坡(坡度为 0.5%)时仍能正常的进行起(制)动。保证本机安全运行至锚固位置。

门框上应设置与行走轨道端部车档相匹配的液压缓冲器，每对液压缓冲器应能吸收和消耗起重机以 70%额定速度撞击车档时产生的动能。每台机的缓冲器与车档的高度一致。车档的设计应满足码头面岸边集装箱起重机车档埋件要求（包括荷载）。

安装结构坚固的轨道刮板，以便清除起重机道轨上的障碍物(污物)。

起重机的大车行轮是能与 QU80 轨道相匹配的双轮缘车轮，轮缘高度 25mm。

车轮采用锻造材料精加工而成。

车轮不得有裂纹，不允许补焊。

车轮应采用滚动轴承。

每个支腿都应设带驱动装置的驱动车轮，其数量不小于总轮数的一半。

在起重机门框的适当位置上还应设置起重机大车低速运行控制装置，以使起重机大车能够缓慢地对准锚碇坑，锚碇销方便地插入坑内。

所有平衡梁台车内车轮之间的间隙应装有移动式护板以防车轮和构件受外部杂物的损伤。

为便于维修，起重机四条腿都应能被顶起，台车应能从支腿上拆离出来。顶升座设计应满足码头面岸边集装箱起重机顶升板埋件位置及荷载要求。

大车机构的台车在设计上应一致，一种类型的台车在机械和结构上应是可换的。

大车行走电动机采用户外型：

防护等级：IP55

绝缘等级：F

大车驱动机构的设置不允许碰擦码头接电箱及码头面人孔栏杆，不影响车辆通行作业。机构周围设置安全护栏。

缓冲器应采用液压式缓冲器，其高度位置由招标人在设计审查时提供。

所有驱动轮的踏面直径之间的误差应不大于 0.10mm。车轮踏面直径尺寸公差应不低于 GB1801~1802 的 h9 级。车轮踏面对基准线的圆跳动公差值应不低于 GB1184 中的 9 级。

安装结构牢固的清轨器，以清扫轨道上的杂物，大车减速箱底下设计接油盘，防止油脂滴落到码头面上。

(1) 夹轮器

起重机在从动台车上设液压驱动的夹轮器，数量根据设计计算定，满足防风要求，其形式由招标人认可。当大车行走制动器不工作时，夹轮器和高速制动器一起作用能够保证起重机在 35m/s 风速下不发生滑动。夹轮器设联锁控制装置，当起重机在停止之前，夹轮器不能动作。反之，在夹轮器松开之前，起重机行走机构无法启动。

当夹轮器发生故障或液压装置失效时，夹轮器可用人力进行操作释放。

(2) 锚碇装置

为防止起重机在风暴时产生滑移，应沿轨道两侧在起重机基距的中间设置二套锚碇装置。锚碇销结构必须满足码头岸边集装箱起重机锚碇坑位置、尺寸及荷载要求。设计上应保证大车制动器、从动轮制动器协同工作时，即使起重机承受到的风力是最大设计值时，起重机也不应发生滑移现象。在从动轮制动器、大车制动器不作用时，锚碇销能够满足在最大风速 55m/s 时起重机也不能沿轨道滑行。每块锚碇板的锚碇力应控制在 200kN 以内，设计院复核码头水工强度。联锁控制装置保证在锚碇销没有完全打开之前起重机大车行走机构无法启动。锚碇装置随机提供。

(3) 防风系缆

防风系缆装置是在强台风时使用，以增加起重机的安全性，该装置为螺旋丝杆形式。每个支腿设一套防风系缆装置，每只防风系缆装置的拉力应控制在 300kN 以内。防风系缆装置应符合设计院的设计要求。中标后，由投标人根据设计院提供的预埋件要求进行设计。防风系缆装置随机提供。

(4) 缓冲器及车挡

在起重机行走方向的两端应设液压式缓冲器，缓冲器应安全、可靠、吸能性能好、不易碰坏。起重机对每个车挡的撞击力应控制在 500kN 以下，中标后，由投标人根据设计院提供的预埋件要求进行设计。车挡随机提供。

(5) 顶升装置

起重机上应设顶升装置，每个支腿设一对顶升点。每个顶升点的顶升力应控制在 700kN 以内，顶升点的位置应符合码头上顶升板的要求。中标后，由投标人根据设计院提供的预埋件要求进行设计。顶升板由招标方提前预埋。

(6) 大车操作屏

为方便大车锚碇时的对位，在陆侧腿部适当位置设置大车操作屏，操作屏应设点动大车慢速运行、锚碇和防风系缆旁路等按钮。

起重机大车外侧应装有红外线碰撞探测装置，防止与相邻的起重机碰撞。

5.9 应急机构

起重机应配有一套足够功率的 380V 交流应急驱动装置。当起升机构、小车运行机构驱动装置发生故障时，在 20 米/秒风速下，该装置可在额定载荷下低速驱动这些机构（起重机应急状态下的速度：起升机构： $\geq 2\text{m}/\text{min}$ （吊具下满载电驱动，满载只有下降工况）；小车运行机构： $\geq 3\text{m}/\text{min}$ （吊具下满载电驱动））。设计时应考虑应急驱动装置的安装位置和拆装方便性。

5.10 液压系统

(1) 液压系统应采用不锈钢无缝钢管，只有在要求柔性联结的地方才使用软管。油箱采用不锈钢制作，应设有通气孔、油位指示器和油温指示计。泄油口要装有磁性螺塞。液压系统要求结构紧凑，维修方便，密封性能好。液压油路尽量做到集成化，并在适当位置设测压点。注油口要加滤网，为了适应冷天设备的润滑，在油路系统应设加温设备。为了使油缸、柱塞耐磨，防腐蚀，柱塞表面应镀铬和精磨加工，油缸内表面也应进行精磨加工；

(2) 主要液压元件（油缸、阀、油泵等）应采用世界知名液压公司的产品，并采用 ISO 标准制造，具有良好的互换性，便于修理更换；

(3) 主要液压元件在总装前应根据不同情况进行合格性试验。所有液压系统安装完成后应进行 150%额定压力的静压试验；

(4) 液压系统必须配置油温、油位、压力的指示器和保护装置。压力表要求通过快速接头安装在结构件上。在液压泵站装置中应安装液压表，并标出系统液压工作范围；指示器和保护装置的安装必须与控制线路和 CMS 相连。当油位低时，要求系统停止油泵运作。当油温高时，要求系统提示操作司机。CMS 必须能区分出具体出现问题的液压站；

(5) 采用 ISO 标准制造阀件，以便互换；系统要求采用 ISO 标准制造阀件，以便阀件互换而不受品牌的限制。液压阀线圈要求为大功率，且能承受 200VA 冲击电流。所有线圈均应接地。所有的压力检测口必须提供带切断阀的分支点和快速接头。各液压系统都应安装有确保安全及便于检修的系统卸荷阀。电磁阀要求有防风雨保护。阀门位置要求便于调节、使用、检测或紧急情况下的人工操作。电磁阀要求有连续工作能力；

(6) 在管路中设有可自动关闭的压力检查接口。需紧固的螺纹接口，均留有足够的空间，以便紧固和拆卸；所有液压油管的接头均为快卸式管接头。管接头之间要求留有足够的空间以方便管道的拆装。快卸式管接头连接端装有对应的标记套圈。硬管用在除吊具外的刚性结构上，软管则用在吊具和需要弯曲的构件上。总长度、压力等级及软管接头型号将在部件清单上列出。系统所需连接器和接头应可与招标方现有连接器互换。具体细节应

在设计阶段提交给招标方。需紧固的螺纹接口，均采用螺纹密封胶放松并留有足够的空间，以便紧固和拆卸；

(7) 液压泵站罩壳采用不锈钢板制作，门带锁；箱体采用不锈钢材料制成，其板厚不小于 4 毫米。油箱的底部必须是 V 形，设有排放阀，以便从油箱中放油。必须提供可拆卸的磁塞和检测阀。油箱必须配有一个玻璃的油位计以显示油箱的油位。油箱必须装有盖以方便对箱内进行检查和清洗。油箱要求配有检视器，以检测油液在工作时的情况。要求提供冷凝水排出口（保养人员定期进行）和加热器等；

(8) 液压泵站、阀组的布置应方便拆卸和重新安装；

(9) 液压系统的原理图刻在不锈钢板上，安装在液压泵站附近，便于维修人员查看；

(10) 电磁阀装有 LED 通电显示器，以方便故障时的维修；

(11) 液压软管应采取保护措施，以避免由于结构、设备或其它活动部件的影响而造成损伤；

(13) 液压系统中所有液压执行元件（油缸）的进出油口和液压软管二端设置高压球阀；

(14) 液压油缸活塞杆表面须为不锈钢镀铬面层；

(15) 液压油液要求达到 SAE 清洁度 5 级。投标方初次灌入的液压油品种事先征得招标人的同意；

(16) 小车张紧液压站的设计必须精确，既能起到拉紧小车牵引钢丝绳的作用，还应考虑最佳缓冲，小车变速或转向时压力需平稳；

(17) 液压站门上合适位置应焊接不锈钢腐刻的液压原理图、液压站布置图、液压站工况说明等指示牌。

5.11 集装箱吊具

5.11.1 吊具上架

吊架的设计应考虑使用方便、安全，检查维修容易。

(1) 采用转销连接方法，能快速更换集装箱吊具或载货横梁吊钩。

(2) 吊架上的提升滑轮应设有防止钢丝绳脱槽装置，并能方便拆装和维修。

(3) 吊架设置防水插座。当拔出电缆插头时可将供电插头插入插座中。

(4) 在吊架上四角设装有标明额定起重量为 12.5t 的四个吊耳，吊耳孔径不小于 50mm 并配以四个相适应的标准卡环。

(5) 在吊架的连接机构中应设有安全电气联锁装置。

(6) 吊架上设置一个可站 2 人的带有围栏的平台，围栏尺寸不小于 1100mm×600mm。

(7) 设吊具电缆卷取装置（储缆筐式），使吊具电缆在 20 米/秒风速下可正常工作。

5.11.2 吊具

(1) 吊具为伸缩式，能同时装卸 ISO 的 1 个 20ft、40ft 及 45ft 集装箱。吊具伸缩尺寸为 20ft、40ft 2 个位置。

(2) 吊具应具有水平旋转、倾斜和纵向可调性等功能。

(3) 吊具在空载条件下起升和运行过程中，应具有伸缩功能，并且具有机械锁定装置，以防止伸缩功能不动作时的滑动。

(4) 结构：按照 DIN15018H2B4 标准设计。吊具具有很高的可靠性、耐久性以及抗腐蚀性，各部件维修和更换方便。

在伸缩吊具每角应各设一个用于吊装集装箱的辅助吊耳。吊耳应布置在端梁的中心线上。吊耳孔径不小于 50mm。单个吊耳的安全工作荷载应不小于 10 吨。

吊具设有顶销装置。其和旋锁既有电气联锁，又有机械联锁。在旋锁没有完全插入锁孔情况下不能旋转的联锁装置；只要吊具带有负荷，旋锁便不能打开。

吊具上需配置与超高箱吊架相适应的扣件或吊耳。

(5) 旋锁机构

应采用浮动式 ISO 标准旋锁。旋锁在各水平方向上均可自由浮动±5mm，旋锁配有连锁装置以防止吊箱时误开锁，所有旋锁销应进行不小于 22 吨的拉力测试，并向招标人提供每一旋锁销的试验证明书。吊具在全缩回位置至全伸出位置的时间小于 30 秒，开或闭锁时间不得超过 1 秒。

(6) 吊具配有信号灯向司机显示以下动作：

- ①旋锁开锁
- ②吊具正确着箱
- ③所有旋锁闭锁

(7) 导板

吊具装备有四个强有力的导板，各导板既可独立也可同时工作。导板由液压马达驱动可迅速抓取 200mm 范围内的集装箱，导板的力矩不得小于 4500Nm。每个导板配有减压阀以防止过高压力对系统的破坏。导板的设计应使各部件和船舱隔板之间保持足够的空隙。导向板翻转 180° 时间不得超过 3 秒。导板液压系统和导板结构的设计和制造应能承受吊具着箱时只有一块导板落在集装箱顶上产生的冲击。

(8) 液压动力站

①吊具的液压动力站采用模块型式。将油箱、油泵、电动机、电磁阀和滤芯等全部安装在一个底座上，并配备安全防护罩。

②液压油箱容量不得小于 150 升。油箱结构便于清洁和检查。油面高度通过油箱的玻璃刻度显示。液压油的型号应根据招标人当地的工作环境选择。

③液压系统在连续作业中不允许有过热现象。

④吊具动力站底座上的电动机应符合 IEC 标准。电动机的防护等级为 IP55，绝缘等级 F。

⑤液压系统里应装有滤芯，采用压力补偿活塞泵，降低噪声提高效率。出厂前应按照 ISO4064 标准对液压油进行清洁过滤。

⑥吊具液压回路的设计应确保吊具在突然失电后重新得电时，吊具应继续保持得电前状态，直到接到操作命令为止。

(9) 伸缩机构

①伸缩机构坚固可靠，使用寿命长。

②吊具伸缩由液压马达驱动伸缩链条完成，伸缩链条上应安装弹性吸震装置，以保证作业时外来冲击力对吊具结构和各部件不被损坏。

③吊具在任何位置都必须准确定位。

④为防止吊具在起吊集装箱时自动伸缩，应加装锁定系统。

(10) 电气系统

吊具的动力电源由起重机通过电缆提供，吊具上所有的电气元件都应经得起集装箱作业时的强烈冲击并适应潮雾性气候，并且必须采用防水型式。

电气系统中应设联锁保护：

①只有在吊具的所有旋锁全部开锁或闭锁的前提下，吊具才可以被提升；

②只有当吊具的旋锁全部定位在集装箱的锁孔中时，旋锁才能实现开锁和闭锁；

③只要吊具带有负荷，旋锁便不能打开；

④吊具的着箱顶杆在吊集装箱或四个着箱顶杆全部处于向上位置时，防止吊具伸缩；

⑤吊具在着箱或闭锁状态下不允许进行伸缩动作。

⑥吊具电缆必须经招标人认可。

(11) 起重机和吊具的设计应考虑到集装箱重心的偏移，对 20ft 集装箱重心沿纵向偏移范围允许为 $\pm 0.6\text{m}$ 以内，40ft 集装箱为 $\pm 1.2\text{m}$ ，沿横向偏移均允许在 $\pm 0.2\text{m}$ 范围内。

(12) 吊具能方便地接入吊具控制模拟器。

(13) 备用吊具配有坚固稳当的支架。

(14) 吊具电缆内至少配 12 芯多模光纤。

(15) 吊具配套双线润滑系统，系统由润滑泵（内置换向装置）、分配器以及管路等组成，系统元件应选用国际一流品牌，适应吊具震动工况，系统具备堵塞报警、压力不足、低油位、空油位等故障报警功能。

5.11.3 吊具微动

(1) 可方便地操纵吊具作不小于 $\pm 3^\circ$ 的纵倾和 $\pm 5^\circ$ 横倾，并且能单个或同时对纵/横倾进行操作。

(2) 具有绕垂直轴线旋转 -5° 到 $+5^\circ$ 的机构。

(3) 应具有河侧和陆侧吊具姿态设置及自动回复功能。

(4) 设一按钮，方便司机把吊具自动校正到纵/横倾和旋转的零档位置。

(5) 应提供便携吊具控制模拟器，以便于与吊具上的多芯插座连接后，在码头现场或修理车间内对吊具的旋锁、伸缩运动、中锁功能、导板各限位开关和联锁开关等全部动作功能进行检查操作。此外，模拟控制器还带有 PLC 并能对各动作进行自动检测并输出报表。

5.11.4 吊具摄像头

在吊具四角合适的位置布置摄像头，保证司机远控操作时，辅助司机抓箱操作，摄像头布置应考虑机械振动及安装空间。

5.12 润滑

5.12.1 对轴承、齿轮、滑轮及其它活动件提供可靠有效的润滑条件。采用五套单线智能电动润滑系统，其中主小车采用一套智能润滑系统，后大梁及机房采用一套单线智能润滑系统，前大梁及梯形架采用一套单线智能润滑系统，大车行走海陆两侧各采用一套单线智能润滑系统，润滑系统可以监控到每组分配器的流量，保证可靠地润滑到所有的润滑点。

5.12.2 智能单线式润滑系统包含智能润滑泵站、智能润滑控制箱、泵站防护箱、智能分油箱、递进式分配器、管路接头及控制电缆和其他附件组成润滑泵应为电动高压柱塞式，工作压力在公称压力范围内可任意调整，最大公称压力为 40Mpa，出油量不小于 120ml/min，所有泵芯均需使用优质的合金材料，泵壳材质为铸铁且必须为一体成型，不允许焊接，泵站有双重过载保护，贮油桶最大储油能力不小于 30L，并具有油位低自动报警装置。

5.12.3 智能电控箱自带 PLC 和 7 寸工业触摸屏，安装智能润滑系统软件及远程控制软件，可以对润滑工作状态自动记录并形成工作日志，可以远程操控打油，修改参数。智能

电控箱可实现自动\手动两种功能，手动模式用于现场人工控制打油，自动模式下系统的打油间隔时间及每次打油的量可以任意设定，设定好润滑周期，在通电的情况下，电动润滑站自动进行注油，注油完成后，自动关闭整个润滑泵站，等待下一个润滑时间到来，并产生日志。系统具有油位低、电机过载、分配器动作间隔时间超时以及系统堵塞、主管路泄露等报警功能。

5.12.4 智能分油箱前端加装过滤器，保证智能分油箱油脂清洁。

5.12.5 滑油泵和储油箱使用防水、防尘的润滑泵站防护箱，防护箱材质为 304 不锈钢，厚度为 2mm, 根据现场实际情况放置于合适地方，不与其他设备发生干扰。润滑系统管道采用 304 不锈钢厚壁管，主管路规格为 $\phi 18 \times 3\text{mm}$ 或 $\phi 14 \times 2\text{mm}$ ，从分配器到润滑点规格为 $\phi 8 \times 1\text{mm}$ 。控制电缆安装时加装保护套管，管路排列整齐，便于检修。管径设计保证系统工作压力有足够余量。除分配器底板、管夹底板采用碳钢镀锌件之外，所有小管夹压板、小于等于 M12 的螺栓、油管及油管接头均采用 304 不锈钢材质，油嘴采用 304 不锈钢材质的钩接式油嘴，并配三通加油接头，以便在需要时可人工加油。

5.12.6 本系统主管路全部采用焊接式管接头进行安装，从分配器至润滑点的次管路为低压管路，采用卡套式管接头。有相对运动的部位安装高压软管，管路不与其他物体干涉、摩擦。

5.12.7 整机所有加油嘴均为 1/4 钩接式不锈钢油嘴，可以实现自动、手动两种方式润滑，电机轴承不采用自动润滑方式。

5.12.8 滑轮、车轮滚动轴承润滑：采用油脂润滑，在同一轴上如有两个以上滑轮或车轮轴承，设单独的加油孔，将不方便加油操作部位用不锈钢管引到外侧加油，保证良好润滑。

5.12.9 整机润滑除集中润滑系统外，每机还应配备一台便携式气动加油装置，钩接式油嘴 50 个及配套气动加油装置的加油管 10 根。所选型号由卖方提供，并经招标人认可。

5.12.10 厂方需提供润滑点图示和表格，并装于机房适当位置。

5.13 清洁和油漆

(1) 涂漆工作一般应在温度为 $10 \sim 32^{\circ}\text{C}$ 范围内，相对湿度低于 80% 的条件下进行，但也应考虑油漆制造商的油漆使用规范。油膜厚度可以采用公认的干膜厚度计来测量。当同一种颜色连续涂装时，应分层进行，每一层都应有足够的对比度，以便鉴定是否全部覆盖。

(2) 投标人应提供数量足够的修补用油漆，并采用原包装容器送到现场，包装上应标

有制造商的名称和牌号。摩擦型联结表面应进行处理，以确保结合面有足够的摩擦系数。承重型联结面或普通螺栓的联结面允许涂漆，其他联结的接合面可不涂漆，但要有防锈措施。机加工表面在检验后，装运前或放到露天堆场前应涂一层防锈油。封闭的箱型结构内表面通过密封箱体进行防锈，进行气密试验。钢结构的表面处理、底漆、中间漆和面漆应在制造厂内进行，在装运或安装过程中，由于摩擦受损坏地方要进行补漆，使其恢复原状。

(3) 油漆涂层质量保证使用 10 年，5 年内非人为原因出现的锈点、爆裂、剥落或其他问题，投标人应对这些部位进行局部修补或全部重新油漆。起重机所采用的油漆和油漆方法，应适合使用地区的气候环境条件和煤的化学成份。

(4) 表面处理

钢材涂漆前应采用喷丸除锈处理，达到 IS012944 标准。

(5) 应采用的涂漆最小厚度见下表

部位	进程	油漆类别	干膜厚度 (um)
全部材料	表面处理	瑞典SIS055900抛(喷)丸方式除锈为Sa2.5级	
	工厂涂底漆	一层无机锌预处理底漆	25
暴露在空气中的构件表面	表面处理	动力工具或喷丸清理SISST3或Sa2.5级	
	底漆	一层环氧富锌底漆	60
	中间漆	一层环氧树脂云母氧化铁漆	120
	面漆	一层氟碳面漆	80
	外部结构的最小干膜总厚度		
起重机支腿内部	表面处理	动力工具或喷丸清理SISST3或Sa2.5级	
	底漆	一层环氧富锌底漆	70
	中间漆	一层环氧树脂云母氧化铁漆	80
	起重机内部的最小干膜总厚度		
机器房、电气室、平台等的内部	表面处理	动力工具或喷丸清理SISST3或Sa2.5级	
	底漆	一层富锌环氧树脂底漆	60
	中间漆	一层环氧树脂云母氧化铁漆	100
	面漆	一层氟碳面漆	60
	机器房等内部的最小干膜总厚度		

(6) 起重机面漆颜色

中标后，设计联络会上由招标人确定。

(7) 说明

公方向招标人提供油漆供应者的生产许可证、合格证等证件，证明油漆质量和涂装方法符合所推荐的油漆数据。这些应列为验收清单的组成部分。

底漆、中间漆和面漆应由同一油漆商提供，并确保油漆相溶。

投标人应提供除锈和涂装工艺的说明和油漆总表面积等资料，并提供油漆样品及配方（油漆配方指用于油漆涂装的配套方案，可指导后续现场油漆修补）。应特别注意现场焊接时油漆修复工艺。

5.14 平台、斜梯、走道和直梯

为了检查与保养起重机应设置平台、斜梯、走道和直梯。

(1) 平台、走台、阶梯的设置必须通行方便，安全可靠，便于携带工具的工作人员进行维修和更换零部件，并留有足够的操作空间。

(2) 全部的平台、走道、梯子应使用型材制造，通道和阶梯的净宽不少于 600mm，踏步间距 180~250mm。走台和作业平台的铺板应采用防滑花纹钢板或热浸锌隔栅结构，梯子踏步采用热浸锌隔栅踏板。梯子、走道、平台上方净高度应大于 2m，若低于 2m，须征得招标人认可。招标人有权根据维修、保养实际需要提出对平台、通道、斜梯、直梯的增设或修改。投标人不得拒绝。

栏杆的主柱间距不大于 2 米，栏杆高度不低于 1100mm，设置两层护栏，底部设档脚板；梯子踏步每级台阶高度 180-250mm；走台宽度不低于 600mm。栏杆须有足够的刚度，扶手管子直径应不小于 32mm，横杆如用管子，其直径应不小于 22mm，采用镀锌无缝钢管，管口和接口用塞子焊接，立柱采用角钢制作。整个栏杆须外观整齐、大方。栏杆上任何一处都应能承受来自任何方向的 1kN 载荷而不产生塑性变形。对于高空保养、维修点处的栏杆，其扶手应能悬挂安全带挂钩，并能承受 4.5kN 的载荷而不破坏。

扶手栏杆的开口处均装有铰链的栏栅门，可以安全地关闭。

(3) 平台、走台和通道底部边沿设置围护栏板，围护板的高度不少于 70mm。

(4) 起重机上尽量采用水平倾 40° ~50° 的梯子，不得已时才允许采用直梯。直梯采用型钢制造，其宽度应不小于 450mm，直梯上设保护安全圈(直径 650~800mm)。每层梯子的高度不大于 4m，超过 4m 的梯子分段转接，各转接处应设置休息平台。

5.16 机房及电气室

起重机房应是坚固的全天候工作的机房。起升、小车的驱动装置和其它机械、变压器、高压开关柜等主要电气设备均安装在机房内的受力构件上，电控设备安装在机房内独立的、

防雨的电气室内，机房内噪音不得超过 85dB(A)。电气房盛夏室温不大于 36℃。

机房平面布置合理，留有便于安装、吊运、维修空间，允许通过最大单件设备的出入口，出入口设在底板上时应安装安全可靠的可移动的护栏和趾板，护栏高度不得低于 1050mm，中间为双档栏杆，档距不大于 350mm，上层栏杆和立柱均采用直径 42mm 的钢管，中间层栏杆采用直径 21mm 钢管，立柱间距不大于 1.5m，底部设置围护板，高度不少于 70mm，保证在出入口打开时人身的安全。

设一台电动单梁桥式维修起重机，起重机起重量应能满足机房内最重单件设备的起重要求。该机应能在整个机房的长度和宽度内覆盖机房的全部修理部位，吊钩应将机房内重量最大的单件设备吊至码头面上。下放地面后，由于钢丝绳很长，应加装防钢丝绳缠绕装置。在维修起重机不能吊到的地方，设计上应考虑在合适的位置设置吊臂(可挂手拉葫芦)及相应平台并提供相应起重量的手拉葫芦。

设通风和空气滤清装置，应满足防尘、散热，不允许空气的重复(再)循环。通风口禁止设在电气房和变压器上方。

设置地面换绳装置，机房内不再设置换绳装置；另需设置用于钢丝绳更换的维修口，配有钢丝绳托辊。换绳方法简单、可靠迅速，其形式须经招标人认可，并提供一台手动液压钢丝绳剪。

设工具柜，牢固的固定在机房的地面上，用于储存工具、备件、润滑油等物。

每台机的机房内还须配置下列附属工具。

- a. 300A 硅整流交直流两用电焊机一台(附 90m 长电焊用电缆和接地线各一根)。
- b. 0.7m³/min 流量 1.6MPa 排气压力空气压缩机一台(移动式)配有油水分离器和足够长的软管。
- c. 干润滑油泵一台。
- d. 钳工工作台一个，200mm 台虎钳一只。
- e. 工作灯二只，便携式应急灯二只(可充电式)。
- f. 铝合金维修轻便梯子一架。
- g. 带锁的金属工具柜一只。
- h. 符合设备使用当地消防部门要求的二氧化碳灭火器 4 只。

机房的屋顶应有排水坡度，钢丝绳或其它结构穿出屋顶或墙壁时，必须采取有效的防水密封措施。

机房采用铝制窗和钢制门，所有门和窗设锁，门和窗应不变形，封闭严密。机房装有

带锁和关门器的推开门，门高不小于 1.8 米，关门器必须安全可靠，门外侧上方设有眉雨板。

机房内设单独的电气室，内设电控柜和计算机、办公桌及资料柜，室内安装工业级分体式空调，冬季 25℃，夏季 25℃，室内噪音不得大于 75dB(A)。

独立的电气室其宽度不得小于 2.6 米，与机房隔开的墙壁上设窗，以便观察机房情况，地面有架空层，上面铺地板，电气室顶部设通风换气装置。内置真空吸尘器一台，符合设备使用当地消防部门要求的二氧化碳灭火器 3 只。

变压器、高压开关柜周围应留安全走道，便于维修保养，安装距离应符合规范要求，上挂高压危险等警示牌。

机房适当位置设 AC380V 60A，220V 15A 电源插座和维修电源箱。

机房照明不低于 100LX，具备应急照明、节能光源，抗振动，更换容易。

电气室内设计时装置。可分别记录起升、大车行走、小车横移机构的累计运行小时，计时器采用数字式并能读出 分 秒，并在 CMOS 中储存。

机房结构均应满足防火、防雨、隔热、防尘、抗腐蚀、抗暴风的要求。

电器柜内元器件应有铭牌标记，便于维修人员查找。

机房内应设置相应安全提示标识、标牌，并符合招标方标准化工作的要求，在设计审查时进行确认。

电气房顶部应按照 GB50116-2013 自动火灾报警设计规范要求布置温度感应报警器、烟雾感应报警器，房内设置烟雾报警装置、室温超温报警装置，并接入 CMS 和设备控制系统，设有防火声光报警器，在发生烟雾、火灾及室内温度过高时向远控中心和地面发出报警信号，直至停止设备运行。对电气房进行温度、烟雾探测，火警信息传输到远控室。电气房内还设有办公桌、两把折叠椅。电气房门为转轴式钢制门。门上装有钢玻璃窗及自动关门器。门的高度不小于 2 米。开门位置应不会与办公桌等物品的摆放产生妨碍且可以自如进出大件物品。电气房内的微机控制柜需安装在合适的位置并在电气房与机房之间设置相应的玻璃窗，同时还应保证技术人员在操作微机时能直接监视机房内各机构的工作。室内地板应绝缘、防滑、防静电和阻燃。电气房门接入整机门禁系统。电气房外面还应设有通往房顶的直梯。电气房内除起重机监控系统主机及显示器外，在 PLC 柜门上还须安装一套触摸式故障显示屏。电气房隔音材料和室内地板垫必须使用环保材料，且对人体无毒害，要求投标方提供电气房室内空气检测报告。电气控制室内的噪音要低于 75 分贝。

电气房应具备最少三个点位的温度和湿度监控装置，监控数据实时传入 RCMS，对电气

房环境情况进行监控。

5.17 供电系统

高、低压断路器，接触器、互感器等其他未注明配件应尽可能选择同一品牌，以便于后期维保。

5.17.1 供电电源

主供电电源 AC10kV 50Hz（接自码头前沿高压接电坑）

码头备用电源 AC380V 50Hz（从码头前沿岸电箱就近接引电源）

5.17.2 主要设备电源

主驱动电源：AC380V

控制电源：单相 AC220V、直流 24V

照明电源：单相 AC220V 50Hz

维修电源：三相 AC380V 50Hz

5.17.3 入网要求

由于起重机主要机构均采用变频调速系统，该系统须采用有源滤波装置并反馈至公用电网谐波必须符合中华人民共和国国家标准 GB/T14549 和 GB/T10236 中的有关规定。

投标人应确保谐波失真在最小范围内，并能满足供电单位对谐波的要求。

整机的功率因数不应小于 0.95，要求岸桥不工作时，电气系统不产生无功消耗。

总谐波电压失真不应超过 3%，单个奇次波谐波失真不应超过 2%，偶次谐波不应超过 1.5%。

当负荷小于 60%额定载荷时，系统高次谐波分布（幅值、次数）状况与含量比都必须符合国家相关标准。

5.17.4 供电电缆卷筒、电缆及接电装置

供电电缆卷筒、电缆及接线箱必须经招标人认可。投标人必须提前提供高压电缆坑和电缆槽及供电相关配套设施的土建施工要求（和招标人码头电缆基坑尺寸适配，需经招标人校核确认），从而在招标人码头土建施工时建成岸桥供电基础设施。设计院根据投标人提供的预埋件要求进行设计复核并出图。预埋件由投标人提供，由土建单位负责实施。电缆坑装置由投标人提供并负责安装。

5.17.4.1 供电电缆卷筒

安装在起重机水陆侧门架之间的联系横梁上的合适位置，高压电缆是同心盘绕在卷筒上。配备通过高压电缆接电箱的减速换向保护和电缆终点保护功能，限位开关应选用可靠

的优质品牌。

(1) 导缆器

导缆器为供电电缆的组成部分，其设计应合理、坚固可靠，使用效果理想，保证收、放电缆时能顺着码头电缆沟的方向导入电缆。

①导缆器应采用人字多层滚轮式导缆器。滚轮必须采用滚动轴承，并带加油咀。

②导缆器上应有行驶方向检测联锁开关。

③具有电缆过松和过紧保护功能。

(2) 滑环箱

滑环箱是一个重要部件，设计时一定要在电气、机械性能上有可靠保证。滑环的容量选择上要满足整机工作电流的需要。

①受电滑环箱应设计成防风雨、防尘、防腐蚀、防潮雾，防护等级 IP55，并带恒温加热器，滑环箱与卷筒驱动装置分体安装便于检修和更换。

②电缆入口处及滑环箱的电缆出口处均要采用可靠、长效的密封措施，防止潮气侵入。

③滑环箱相线环之间及对地应有足够的绝缘距离和漏电距离。这些应比国家标准要求的还要留有适当余量，以适应恶劣的自然环境。

④全部装配完毕应按 IEC 标准中有关高压绝缘试验的内容进行试验和测试，并向招标人提供检测结果报告。

⑤滑环箱与电缆卷筒之间不允许采用刚性连接。

⑥滑环箱外壳应有明显带电警示标志。

(3) 决定电缆卷筒尺寸时要有 3 圈的安全预留，在最后两圈预留圈放出之前限位开关动作，停止大车行走。

(4) 卷盘配套的光纤耦合器需采用优质品牌，保证不低于 3 年的使用寿命。

5.17.4.2 高压电缆

(1) 所有高压电缆的接头必须有严格的绝缘处理，要符合 IEC 标准要求，高压电缆必须采用优质的挠性圆型电缆，并在高压电缆坑内与码头供电电源连接。

(2) 投标人应提供一个被招标人认可的固定装置，固定装置固定挠性电缆防止电缆移动，固定装置固定在地下电缆坑内。

(3) 高压电缆与码头供电电缆连接使用 10kV 松脂压力注入式直接拼接零件包连接。投标人必须负责将高压电缆与招标人的电缆相连（含光纤），此项工作所有的材料和消耗品均由投标人承担。

(4) 投标人设备投运前必须向招标人当地电力供应部门提出对供电电缆卷筒、接电装置等的耐压、绝缘、测试申请，以便获得入网许可，其费用由投标人承担。

(5) 高压接线箱内含有与地面光缆和供电电缆连接所需的所有配套件，并预留满足进出线要求的预留接线孔。

(6) 高压上机电缆由 3 根铜芯电源线和 2 根接地线电缆及 1 组光纤（24 芯）复合而成，其绝缘胶层要完全保证供给起重机的电源要求，又能保证电缆完全在电缆槽内。

(7) 要有足够的电缆长度即保证大车往任一方向运行都有 120 米长的电缆加卷盘上的 3 个固定圈电缆余量加电缆坑接线端的 15 米长电缆，应确保在任何情况下该 3 圈安全圈都不被拉出。

5.17.5 电力变压器

变压器采用一进二出形式。绝缘等级为 H 级，环氧树脂浇注干式变压器，自冷式，带热敏电阻温控式， Δ/Y 。变压器安装在柜内，并要求在变压器柜门打开时，具有自动断电的安全防护功能。

(1) 其主要参数如下：

①噪音低： $\leq 44\text{dB(A)}$

②绝缘等级：H 级

③绝缘水平：冲击电压 $\geq 75\text{kV}$

工频耐压 AC 35kV

④温升：高低压绕组平均温升不超过 100K。

⑤阻燃抗潮耐力强

(2) 变压器带外壳，通道在设计阶段确认，须满足检修要求，通道上设有防火措施。

(3) 干式变压器所有接线端设有安全可靠的透明保护罩。具有过热保护和各相温度显示。

(4) 变压器的保护装置具有优先保护功能，初级线圈应设 $\pm 2*2.5\%$ 手动调节分接头(断电切换)。

(5) 变压器的容量应有足够的余量，投标人应提供变压器容量选择计算书。

(6) 变压器四周保护罩应设置明显的高压警告标志牌。

(7) 变压器应符合 IEC 的要求。

5.17.6 高压配电屏

由金属外壳、防尘、密封的立式柜子组成，内部装有高压真空断路器和避雷器等，主断路器和接地开关连锁，主断路器手动合闸，带电压、电流指示灯及多功能仪表。

高压设置失压、过流、短路保护等。

(1) 高压柜有明显的进线有电指示，应设主开关，有过载、短路以及漏电保护。且面板设置防震型多功能仪表。内设防冷凝加热器，控制合闸可以手动或电动两种方式，可带载切断电路，遇到故障可自动跳闸。

(2) 提供反时限过流继电保护特性曲线。

(3) 高压柜应设置电度表计量装置和功率因数表。

(4) 高压柜四周留有安全通道，工作人员可携带维修工具到背面和两侧工作。底板上铺有绝缘橡胶垫并提供必要的劳保用品。

(5) 投标人设备投运前必须向电力供应部门提出对高压柜的过流保护等进行检测的申请，以便获得入网许可，其费用由投标人承担。

5.17.7 备用低压电源

在起重机门腿的适当位置设有备用低压电源箱，备用电源采用 AC380V、50Hz、3Ph、4 线制，容量 100A，并随机配有一根 110m 长的电缆和插头。以便在高压电源故障时能够通过电气室内选择开关从码头得到低压电源继续给检修、照明及应急装置等供电。

低压电源插座箱为防水型，其外形尺寸及内部设置应考虑便于外接电缆的安装与拆卸。

5.17.8 小车拖令

运行小车及司机室内的电源，经由悬挂电缆小车拖动的悬挂软电缆供给。驱动电源、控制、照明和通讯回路都有各自的电缆。

为了避免信号干扰，控制、信号和通讯电缆必须与动力电缆保持分隔。所有控制电缆均留有足够的备用芯。

5.17.9 吊架供电

吊架供电电缆须采用优质产品。

小车到吊架之间的供电及控制线路采用单一、大容量、多芯电缆。

(1) 吊架电缆应具有足够的抗拉、抗扭曲和耐磨能力。

(2) 吊架电缆应具有 20%的备用芯线。

(3) 吊架电缆在工作状态下收放不受风力影响。

(4) 电缆与吊具的连接采用插头形式，电缆与插头联接应密封防水。

5.17.10 电源插座

(1) 电源插座电路除有开关和保险外，还应装有漏电保护开关。

(2) 应提供的带有电源保险的电源插座为：

AC380V，63A，三相

AC220V，10A，单相

(3) 这些插座应得到认可，适合中国使用的插头，且使用时不应受室外天气影响。应提供的电源插座安装部位如下：

①前臂梁前端、中部各设一组(防水)

②机房内三组

③小车轨道梁陆侧末端一组(防水)

④起重机水侧腿和陆侧腿在距地面 1.4m 处各一组(防水)。

⑤在水侧腿部适当位置配有带转换开关的密封式外部电源插座。以备机上高压系统不供电的情况下，能接通外部 AC380V/220，50Hz 三相四线制电源，满足机上照明，通讯、空调、航空障碍灯和其他电源插座的用电需要。此外，还应在机房内、陆侧腿部各安装一个 AC380V，63A 三相带保险的电源插座箱，供电焊机使用。

上述插座可以在电气室中单独或整组切断并设有过载保护。

5.17.11 防雷保护

(1) 所有电气安装都应有可靠接地，以防雷电对电气设备的危害，起重机的结构应设专用装置与轨道进行电气连接。

(2) 前臂梁端部和起重机顶部最高点处设有避雷装置。针体至少应高出航空障碍灯 300mm。

5.18 控制系统

本机所有的有关驱动/控制系统及 PLC 产品必须是技术先进的著名生产厂家当年的产品，产品必须经招标人认可。详见附件一。

限位开关、传感器及编码器应尽可能和 PLC 电控系统选择同一品牌。

5.18.1 驱动装置

本机起升、小车行走和大车运行机构的驱动方式采用具有再生能量可反馈电网的全数字交流变频调速系统，并保证主要机构工作时整机功率因数达到 0.95 以上，机上高压侧功率因数不低于 0.9。电气系统采用多传动控制，即设置公共 IGBT 整流单元，小车行走、起升、大车运行机构均采用独立的逆变器。全数字式调速系统采用微机控制数字调节，对调

节器的各参数进行数字设定，整套装置可同 PLC 装置建立联网通讯。

所有机构均有各自的起动、制动时间设定，使得操作无冲击效应，当主令控制器回到关闭位置时，驱动器首先通过电器制动将机构的转速降至额定转速的 10%以下，再进行机械制动，但在紧停或电源故障时，可以立即制动。

5.18.2 控制系统

起重机采用独立数字式的可编程序控制器(PLC)控制系统。除具有紧急保护功能外，顺序控制和联锁功能均由可编程序控制器执行。PLC 采用主-从站形式，分别安装在电气房和驾驶室内。采用的编程方式是适合工业控制的梯形图，同时有中英文注释，PLC 的容量除满足本机控制系统的应用外还具有足够的冗余和扩展功能。机上所有户外控制箱、电控箱、接线箱（盒）等防护等级不低于 IP65。机上电控系统集成由原厂家系统集成。

机上设置火灾自动报警系统，在电气室设置火灾报警盘，在机上相关位置设置火灾探测装置，在电气室、大车机腿等人员经常出入地方设置声光报警器和手动报警按钮；机上火灾报警盘将报警信号通过光缆传输至码头火灾报警控制中心。

PLC 控制器电源：由独立降压变压器供电。AC220V、50Hz，在电压波动±5%的情况下系统仍能可靠工作。

(1) 具有远程 I/O 能力的 PLC 系统，它能同全数字驱动器有通讯和连接功能，且应有足够的存贮容量，可用于将来扩展，提供 I/O 接口，应留有 15%的备用点。机上设有状态监控系统和 CMS 系统。

(2) PLC 应具有联网及远距离通讯能力，应配有以太网接口，以便与港口计算机联网。

(3) PLC 所有元件应坚固，并适用于高温、粉尘、震动、潮湿、电气噪声等工业环境中。

(4) 电气室中配置工控机编程器一台。

(5) 提供一套故障诊断系统，对线路及设备中的所有故障进行监测，并在显示屏上显示出故障及位置，便于快速准确的排除故障。

(6) 配套的便携式编程器应装有编程软件，配置不低于 intel i9-12900H 处理器，32G 内存 DDR5，显卡 RTX3070Ti，1TB 固态硬盘，屏幕刷新率 240Hz，最终型号由招标人确认。

监测并显示电气设备的故障如下：

- a. 过载
- b. 短路

- c. 过流
- d. 过电压
- e. 失压
- f. 过热
- g. 缺相
- h. 超速
- i. 主回路故障
- j. 线路
- k. 驱动器
- l. 欠压
- m. PLC 运行状态

5.18.3 起重机计算机管理系统 CMS

5.18.3.1 总体要求

(1) 每台起重机都应安装 CMS，通过 PLC 对起重机进行不间断监控、故障诊断及数据收集。各驱动装置的工作状态及性能，包括交流电源、交流电机控制，司机操作、安全联锁装置等，以及主要部件，如驱动器、电机、称重传感器等，都将由该监控系统捕捉并显示在监视屏上，用于评判起重机的机械状态。

(2) CMS 系统的设计应是高可靠性、易维修性，所有硬件包括计算机应是工业级的，应很容易维护而不会影响系统的工作。

(3) 起重机应实现 RCMS 功能，数据通讯的通过上机电缆中的光纤，监控信息应可传到远程控制中心，地面远程控制中心可以进行对起重机电控系统的故障分析和故障应急处理。

(4) CMS 要求由电控系统供应商提供，详细的 CMS 设计方案资料应随投标书一并提交。

(5) CMS 应考虑与现有生产管理系统 TOS 之间的数据接口；

(6) CMS 电脑能实时监视、修改吊具程序，实时采集并显示吊具所有状态。

5.18.3.2 性能要求

(1) 状态监测

CMS 必须对电控系统、子系统、所有部件和所有必要的部位进行状态检测和数据收集。任何系统及部件的非正常状况都应立即受到监测，并显示在监视屏上。受 CMS 状态检测的部位必须包括驱动装置的性能和状态，包括交流电源，交流电机控制，司机操作、安全联锁、顺序联锁装置等。主要部件，如电机、吊具、减速箱等，都将由该监控系统捕捉并显

示在监视屏上，用于监测起重机的运行状态。

主起升、大车、小车机构的所有电机和减速箱的温度实时检测并随时按需显示在监视屏上。各种工作电压、电流及电机速度都受到监测。提供各系统和部件的报警和切断极限值功能。同时招标人技术人员能简单调整这些极限值。

所有安全联锁装置、顺序联锁、制动器闸、紧急开关等的开关状态和故障均应显示在监视屏上。

各机构及总机运行能耗情况，至少能反映每小时能耗的变化量及平均每个集装箱的作业能耗。

该检测系统的设计细节应随标书一并提交。

(2) 故障诊断

为便于故障诊断，所有数据应得到存储并能简便快捷地进行跟踪，包括起重器所选择执行的功能，以及故障前后的各种信息。

该系统必须为招标人技术人员提供起重机故障性质及补救措施的帮助信息。该帮助信息包括原理图号码、软件页码、故障零件位置，以及可采取的补救措施。帮助信息的更新和增强方法可由招标人技术人员进行。

各种故障的历史记录应得到存储，并能简便的进行提取显示或打印，这些历史记录有助于有效分析和修理以防故障重复发生。

(3) 操作记录

CMS 应提供各种操作数据，包括：重量及起重机工作和空转时间统计的集装箱数目；起升电机、大车电机、小车电机使用时间；以及起重机使用时间和集装箱装卸速度等。它们将用于变化的时间范围内绘制曲线图。所有数据应得到存储，并能够简便地进行提取显示或打印。

上述工作数据按下列方式分类：

- a. 每艘船
- b. 每个工作班次
- c. 每日
- d. 每月

(4) 预防保养

消耗部件的使用时间应实时记取，并同预设的响应更换周期进行比较。当某个部件需要更换时，系统应提示用户。招标人技术人员必须可以调整该预设更换周期，投标人应向

招标人建议最佳的更换周期。该消耗部件包括，但不仅限于以下项目：

- a. 齿轮减速箱和电机润滑油
- b. 电机空气滤网
- c. 钢丝绳
- d. 轴承
- e. 制动器
- f. 制动片
- g. 招标人有权增加和更改上述所列消耗部件。

(5) 任务表生成

CMS 能生成预防性保养任务表，表内包括所有突出的故障及预防性保养应处理任务，系统还应提供用户自行添加不再系统监控的任务的功能，系统应允许选择突出故障单或预防性保养任务表，或二者组合。

有关以上要求及投标人有何详细的建议随投标文件一并提交。

(6) 状态回放

CMS 实时保存设备工作运行过程中的各种动作状态信息；

通过状态回放功能可追溯查看设备在某一过去时间段的所有状态信息（实时监视功能模块中的所有状态信息）；

状态回放文件的存贮期限用户可自行设定；

提供回放文件的备份及维护功能；

RCMS 提供下载功能，可从指定的 LCMS 上下载所需的回放文件。

(7) RCMS 与 LCMS 故障、业务、维护信息实时、一致，RCMS 可实时显示当前管理组内的所有起重机的各机构的状态信息。

5.18.3.2 软件要求

每台计算机的操作系统和 CMS 应为多用户、多任务。操作系统和应用软件应提供一个友好的、鼠标导向，窗口式和图形操作的用户界面。投标方须会同招标人技术人员对监测系统 and 软件的细节进行研究扩展。

所用软件应能显示 CMS 监测的各系统及机构的工作状态，以及用户所需的任务清单。

系统和部件的所有异常状况应在监视屏上实时显示，这些报警数据将记录在磁盘文件中，以备用户随时提取。

CMS 收集的所有数据均能转换为其它应用软件，如 MS Excel、MS Access 等。

5.18.3.3 硬件要求

每台起重机的 CMS 系统一套应安装在电气房，一套应安装在远控室操作台上的一体式触摸式工控机中。

起重机所用计算机必须为工业级或更好的兼容个人电脑，必须能在恶劣环境及起重机高度振动下使用。

5.18.3.4 数据通讯要求

CMS 电脑与 PLC 通讯，可编辑、上传、下载程序。

远控室触摸式工控机可以连接主控 PLC 完成联机通讯，同时要求吊具 PLC 系统将全部状态及运行数据传输给主控 PLC，并能在司机室触摸式工控机上显示吊具所有传感器状态及故障情况。

5.18.3.5 技术资料

投标人须提供下列 10 套中文资料。

(1) 软件

- a. 操作系统手册
- b. CMS 概述手册
- c. 系统运行指南，描述各种软件及程序的功能，包括数据传输和终端仿真程序。
- d. CMS 用户操作指南
- e. 程序注释，包括数据通讯和终端仿真程序

(2) 硬件及数据传输

- a. 使用手册
- b. 用户指南
- c. 技术指南，包括设备的原理图
- d. 维修手册，包括零部件清单

5.18.3.5 其他要求

CMS (硬件和数据传输) 系统设备所用电源均为 220V 单相电。

每台计算机应配一台 UPS，保证 CMS 系统在断电时仍能运行 1 小时。

投标人提供整个计算机系统的详细资料，该资料应得到招标人认可。

投标人应为招标人提供 10 人的 CMS 系统和软件包使用、维修培训。

投标人应免费提供 CMS 的数据接口，方便招标人接入港机设备全生命周期管理系统中，并配合进行相关测试工作。

5.18.5 工作计时器

机上各驱动装置应装有不可复位的机械式工作时间累计计时器（不少于五位数），电气室有不可复位的机械式作业箱量计数器（不少于六位数）。

5.18.6 端子

控制屏中所有的接线端子，应尽可能安排在正面下部，并有便于维修的足够间距。机上所有的接线端子，应清楚地标明与图纸一致的符号。控制屏、接线盒中的端子数，应比实际需要多 10%的余量。

5.19 安全保护装置

5.19.1 限位开关、联锁开关、紧急停车按钮

与机构驱动相关的联锁开关采用全密封凸轮式。安装在机房外的限位开关应不受气候影响的防风雨型。所有限位开关、联锁开关都安装在易于接近的地方，便于调试、维修或更换。有关限位的设置，包括数量、功能、位置、限位形式等，由招标人在设计审查时确定。

限位开关、联锁开关至少包括下列项目：

(1) 起升

接近最大高度时的减速限位开关为二级减速限位开关：起升终端停止限位开关；起升终端极限限位开关。

吊具下降到离码头适当高度时进行减速的限位开关。此开关在小车超出码头边沿时自行失效。

旋锁联锁开关在旋锁未完全关闭或未完全打开时防止起升运动；

下降接近端点时的减速开关；

下降到终点时的停车限位开关；

超速开关，当速度达到 115%额定速度时起作用；

吊具接触箱顶后防止钢丝绳过松的联锁装置；

设防止吊具电缆扯断保护装置。

(2) 小车运行

小车运行到前臂梁端部和后大梁端部前时的减速开关(二级减速)，以及终点停止开关；
与小车锚碇联锁的限位，小车运行与过道门限位联锁；小车平台与固定司机通道交接处保证 50 毫米的间隙；

水、陆侧监测限位；

起升、小车运行经过水侧下横梁上方时防止撞击下横梁的联锁保护；

起升、小车运行经过陆侧下横梁上方时防止撞击下横梁的联锁保护。

(3) 大车行走

大车锚碇、夹轮器、防风系统、防撞装置及电缆卷筒应与大车运行有联锁；

大车行走与从动轮制动器和锚碇销之间的联锁；

防止相邻二台起重机相碰的保护接触开关；（光电开关）

大车行至轨道终端车档前的减速限位开关和停止限位开关；

地面操作箱大车点动开关与操控室的操纵联锁开关；

电缆卷筒放缆终端及收缆方向与大车行走方向控制的联锁开关；

设防止电缆扯断保护装置。

(4) 吊具前后倾，左右倾、旋转机构

零位限位开关。

(5) 吊架与吊具

吊架与吊具之间，吊具本身、吊具与起升之间、吊具与小车之间应具有安全的电气、机械联锁；

吊具自动回零限位；

(6) 紧急停车按钮

操控室内

机房内

陆侧门腿 1.4m 处

水侧门腿 1.4m 处

电气室控制屏

前臂梁端部

后大梁尾部

小车上

(7) 载荷传感器和意外载荷保护装置

荷重传感器安装于能灵敏反映荷重变化，有利正常工作和便于维修的地方。荷重传感器综合误差不应大于 5%。

起重机船舱内作业时，高速起升的吊具可能受到意外载荷，起重机应设有意外载荷保护装置。该装置运行灵活、可靠，当起重机受意外载荷时，确保结构件和零部件不受损伤。意外载荷保护应采用电子和机械两套防护装置。

1) 超负荷保护装置:

须有两套相互独立的重量检测系统，两套系统可以协同控制，自我校准双保护。当吊具下载荷达到 100%额定载荷时报警，达到 110%额定载荷时应在司机室内声光报警并自动停止起升运行。同时要求两套称重装置获得国家权威机构颁发的型式试验合格证及国家技术监督局颁发的计量器具型式批准证书。

应满足下列要求:

(1) 智能电量分析系统通过对电参数取值和换算分析，对数学模型精准模拟获得精准稳定重量。智能电量分析系统起到过载双重保护作用及同时保证系统长期稳定性作用。要求动态误差不大于 $\pm 3\%$ ，静态误差不大于 $\pm 2\%$ 。

(2) 须设有 4 个重量传感器组成的称重系统。重量传感器安装于能灵敏反映荷重变化，有利正常工作和便于维修的地方。称重系统应具备标准的通讯接口，可将实时载荷数据传输给电控系统的 PLC。

(3) 称重系统具有单绳过载保护、左右不平衡保护、总重过载保护等功能

(4) 司机室安装称重显示仪表，显示仪表不小于 10 寸触摸屏，负荷传感器接入称重仪表，称重仪表上面要求显示每个传感器的重量、总重量、海陆侧的重量差、左右侧的重量差，偏差报警可以自由设定。

(5) 称重系统预留联网通信接口能将数据送到相关需求场合。

5.19.2 指示灯

应提供的指示灯及其要求:

- (1) 供电的指示灯装在机房的配电盘上;
- (2) 吊具旋锁“打开/关闭”和吊具“伸出/收回”有色指示灯;
- (3) 超负荷指示灯;
- (4) 吊具油泵工作指示灯;
- (5) 夹轮器及锚碇工作指示灯;
- (6) 其他必要的指示灯;

(7) 所有指示灯应安装在便于司机观看, 其安装位置以及发光亮度不影响司机的正常装卸作业。除按钮指示灯外, 其余的指示灯采用平面型灯罩组合灯, 并在平面上映出清晰的图案或文字。

(8) 机构工作状态指示(操控室内显示)。

5.19.3 报警信号

应提供的电动报警装置如下:

(1) 起重机的四条门腿上各装 1 个电动音响报警器和旋转闪烁灯, 在大车行走电动机启动时自动工作;

(2) 机上适当位置装 1 个音响报警器(电笛), 控制开关装在操控台便于操作人员操作的位置;

(3) 超负荷报警器, 装在操控室。

5.19.4 风速指示器和报警器

风速仪装在起重机的适当位置上(按标准要求), 应便于维修。

(1) 当风速达 15 m/s 时灯光显示;

(2) 当风速达 20 m/s 时灯光显示并发出音响报警。大车停止行走, 从动轮制动器自动合上。为了防止台风, 应在地面操作箱内设置一个旁通开关可释放从动轮制动器, 使大车能开到就近的锚碇位置上。

5.20 布线及机柜

5.20.1 布线

所有布线应符合 IEC 标准的有关要求。

(1) 电缆和电线:

耐压等级: AC 500V

DC1000V

电缆电线的截面, 除根据负荷大小、散热条件选择外, 还应充分考虑线路压降。动力电缆截面最小为 2.5mm², 控制电缆截面最小为 1.5mm²。选择线管直径时, 除考虑施工外, 还应注意散热条件。

(2) 电缆

固定安装部分电缆: 船用型。

(3) 安装方法

电缆安装在镀锌电缆托盘上。电缆托盘的敷线容量不大于盘截面的 60%, 托盘的高度

以 150mm 为标准, 穿线管的走线容量小于管截面的 40%。采用线管或线槽也必须是镀锌或使用不锈钢材料, 并装有足够的检查箱和检查弯头。

机房: 机房底盘内敷设在电缆托盘或样板条上。底盘上表面在电缆槽或线管内敷设。

电气室: 电缆安装在地板的电缆托架内, 其上盖有可移动式盖板。

外部: 装在镀锌的托盘上或装在穿管里。

电缆弯曲半径不得小于电缆外径的 6 倍, 线管弯曲半径不得小于线管外径的 4 倍。线管弯曲时不得使线管断面变形。所有线管口应有密封绝缘护套, 避免损伤导线。管内的电线、电缆应是无接头的整根导线。不同电压等级, 不同回路导线必须分开敷设, 间距大于 100mm, 不能满足 100mm 的情况下用隔板分隔。

由于振动或其他原因, 在电动机、制动器、限位开关等处的连接点与管道或线槽之间会产生相对运动。因此, 这部分的电线、电缆应套入镀锌的金属软管内。但是, 这种金属软管不能用来代替地线。

电缆末端接头应装在防水的接线箱内, 开孔应用填料填充, 并在需要的地方加防水密封圈, 所有电缆都设永久性标识。

电缆接线箱应安装在人员易于接近的地方。所有外部接线箱全部采用不锈钢材料制作。折叶栓和紧固材料也是不锈钢或铜制造。前箱口带有翻边, 门盖装有密封垫圈以防进水, 所有接线孔必须开在箱的底面上, 顶面和两侧面不允许开孔。

机房和电气室在地板下敷线。

使用线槽时应有防雨措施。电线应按各个电气设备或电动机各自独立的系统分组布线成束, 不得采用公共回路。

控制电路的电线和主电源电线、通讯电路的电线三者应分开敷设, 间距大于 100mm, 电缆桥架上不同的线路类型都需要隔板分离。

多芯控制电缆、通讯电缆的芯线应至少比实际需要多 20%, 动力、照明、控制等电线、电缆的长度应留有一定余量。操纵台、控制屏等内部接线长度应留有一定的余量。电线或电缆芯两端有与图纸一致的永久性标记, 通讯线与动力线应分开布线。

①去配电屏、机房和接线箱的全部接线

最小截面: 2.5 mm²

各种控制电缆芯数应较实际需要至少多 20%。

外部接线应有 1 到 2 米的长度余量。

②在配电屏、机房和接线箱的内部接线:

最小截面：1.5 mm²

预留 10%的长度余量。

③吊具电缆芯数应较实际需要至少多 20%。

5.20.2 光缆

(1) 光缆应采用知名品牌产品，并至少有两年再类似工作环境使用的经验，应完全适合港口起重机的安装方式和工况。

(2) 所有光纤电缆端头应带 SC 连接器。插入连接器的信号损失应小于 1dB，应提供起重机 100%的备用光缆。

(3) 两根光缆交互区应具有合适的接线板。接线板最少要容纳冗余 2m 光缆，用于对光缆进行保护。

(4) 除了 SC 型连接器，如果任何光纤产品需要终止，段跳线应采用不同的终端培培，并且接线板应使用与之相匹配的互连板支持。

(5) 投标方提供光缆中接头工艺(包括高压电缆和移动电缆中的光缆)。

(6) 上机光缆采用单模光缆，其他机上光缆根据设计需要配置。

(7) 电气房到大车卷筒耦合器的光缆不低于 24 芯。

(8) 移动光缆应采用加强型柔性光缆。具有抗扭力、抗拉力和抗磨的特点。

(9) 高压电缆中的光缆应保证能与招标人所提供的码头地面光缆可靠连接。

5.21 通信、广播、工业电视

通讯广播设备为机上有关部位之间，司机与后方调度及现场操作人员之间相互提供可靠的通信联系。这些设备要求轻巧、清晰、快速可靠、抗干扰性能好，适合本起重机的使用环境。

应提供下列通讯系统：

(1) 调度通讯广播系统：机上应在以下处装调度电话。

电气室(免提功能电话)

机器房

前后大梁端部（接线箱、泵站等旁边）

操作站内不放电话，电话放在操作站外旁边

室外电话的防护等级 IP65 小车上

广播设备（功放及扩音设备）

调度通信广播系统应安全可靠，带有扩音功能，为防止与地面通信中断，机上应设置

一台最大容量为 30 门的 IP 调度通讯广播主机。

调度通讯广播系统设备与电话安装位置等方面须经招标人认可。

机上调度通信广播系统通过光缆与中控调度主机进行通讯并品牌型号保持一致。

(2) 扩音器

为使操作人员能对起重机附近人员喊话，应设一个高音的扩音系统。扬声器功率 $\geq 25W$ 。

(3) 在电气室内设有计算机终端与整个工程计算机管理系统的接口，接口形式须经招标人认可。

(4) 大机应安装有完整的视频监视系统，能观察现场实时情况（能并入港口的监视系统），机上视频监视系统含视频快球、控制设备、UPS 电源装置、视频存储设备（不少于 30 天）、彩色液晶监视器（不小于 17 寸）、视频数据传输设备等。同时将机上视频数据通过光缆传输至地面监控中心，地面监控中心能够读取大机上的实时视频信号和历史视频数据。大机在合适的位置安装视频快球（IP 云台球机），清晰度不低于 1080P，光学变焦 ≥ 15 倍，安装位置应满足司机操作观看需要及保障安全生产的部位，如装卸作业情况、电缆卷筒运行情况等的监视，具体安装部位及数量与招标人协商。还应在大车门腿两侧、登机口、水侧上横梁等位置配置枪机摄像机，机房、电气房采用球机，摄像机设置位置应最终和招标人核实。

5.22 照明

机上应设有一套合适的照明系统，给起重机及工作区域照明。

前臂梁主梁应设 400W 的 LED 灯，小车架装有 4 只 LED 灯。

在起重机的门腿上部各装一只 400W 的 LED 灯。

走道、平台和斜梯用步道灯照明。

电气室、机房内用 LED 灯照明。

起重机门腿横梁上安装 400W 的 LED 灯各 3 盏。

所有灯具的安装位置不妨碍司机操作视线和视觉，避免产生阴影，同时拆装维修方便，并置于弹性座上。照明装置应防水、防震、防锈蚀。灯泡设有透明的保护罩以防碎玻璃伤人。

户外所有投光灯灯具必须采用可靠的固定方式，防止松脱，安装防坠 304 及以上不锈钢链条。

起重机需要照明的区域至少还应考虑下列各处：小车停放位置、后大梁尾部、前后倾/左右倾/水平回转装置、小车钢丝绳张紧装置、前大梁端。

(1) 照明度要求

照明电源与动力电源分开，每个回路均设置短路和漏电保护装置。投光灯的供电要求每盏灯都有单独的漏电空开供电，并且空开有检测点进 PLC 输入点，当投光灯发生接地故障时只准跳开故障投光灯的空开，RCMS 系统弹出报警信息供设备维护人员进行统计处理。照明箱上各支路开关应有指示标牌。

所有照明装置须三防(防震、防水、防腐蚀), 并应配置防坠链。装设位置要考虑维修方便。在机房设照明分电箱集中控制。

通道、平台、梯子的最小照度为 50LX。机器房：200LX、电气房 250LX，照度平面为距地面 0.8 米，转动部位的照明无闪烁效应，每个控制屏内都有照明灯（门控开关）。控制屏内应有足够的照明度，其照度不小于 50LX。岸桥作业区域的平均照度不得小于 150LX，工作区域的照度不小于 200LX。

(2) 在下列地方安装相应数量的可充电型的应急灯：当电源中断时应急灯投入工作，而在主电源重新回复 3 分钟后自动切断。

①电气室 1 台

②机房 2 台

(3) 照明系统电压均为 AC220V。照明系统设计应经招标人认可。设计中主要灯具应根据需要分成若干回路，每个回路设置断路器，以便于检修。灯具应优先选用节能灯并具有高效率，使用寿命长的要求。

(4) 应安装 4 只红色航空警示灯，安装位置设计审查时确定。航空警示灯采用光控，免维护电池，灯泡为 LED 发光二极管，使用寿命在 10 万小时以上。警示灯电源应由独立的免维护型可充电电池供给，当起重机供电故障时警示灯能自动打开工作，不工作时电池应能不间断的充电，电池容量至少能保证 6 小时工作。电池和充电器应装在电气房内。

(5) 每台岸桥提供防震、防水性能的便携式 LED 应急灯，布置位置包含但不限于主机房，电气房、理货室。电池容量能保证至少提供 2 小时的应急照明。

(6) 室外各主要机构（如吊具倾转装置、挂舱保护装置、小车钢丝绳张紧装置、小车上架）设有足够亮度的用以夜间抢修的照明装置。

(7) 岸桥大车锚碇位置和小车锚碇位置各安装至少 1 盏 LED 灯

(8) 为保证岸桥自动化操作和视频监控需要，投标人认为需要加装的灯光。

(9) 步道灯安装时控开关，设定时间自行控制开关。步道灯与前大梁投光灯应有联锁控制。整机照明布置审图时需提交招标人确认。

(10) 投光灯整套灯具主要元器件品牌需与灯具品牌必须保持一致，至少应包含电源模块、发光光源模组、芯片、接线电缆（灯具侧引出富余量 0.75m 以上）、螺栓（不锈钢，8.8 级）、减震垫等。

(11) 灯具保质要求：从验收合格之日起，整灯保修保用 5 年，期间出现的任何质量问题，投标人应无偿维修或更换。确保 5 年内光衰不大于 20%，如达不到，投标人应无偿修复或更换。

5.23 通风/空调

(1) 机房、电气室设带有过滤器的轴流风机的通风系统；

(2) 横梁检查室设通风设备；

(3) 电气室设五匹以上（含五匹）的立式分体空调；

(4) 控制柜和所有 15KW 以上电动机设防潮加热器。

(5) 空调机应选用国际知名品牌，所选用的空调机品牌要求在苏州能提供良好的售后服务。

(6) 通风系统应低噪音，空气滤芯应易于更换，所有排气扇的进风口设有空气滤清器，确保房、室内的热量能排放到大气中去。排气扇外部设有防雨挡板，以避免雨水反倒入。空调机要求设排水管排到室外。

(7) 电气房内空调应接入 PLC 控制，实现故障反馈功能。

5.24 接地、防雷保护

5.24.1 接地保护

(1) 岸桥应设有接地保护系统。整机通过高压电缆中的接地线与码头供电系统的接地网连接。用于接地保护的接地线，不得装设开关和熔断器；能分别检测驱动回路与辅助回路漏电功能；所有岸桥上的电气设备、机械结构、配电屏和控制屏的金属构架均应可靠接地，接地电阻符合有关标准；铠装电缆的金属保护套与金属屏蔽电缆和金属网接地必须可靠，接地点的布置合理，符合工艺要求。从变频器通往各电机的主动力电缆必须与控制电缆分槽敷设，并保持一定的距离，以免高次谐波对控制系统产生干扰；严禁使用保护地线作为载流线。接地线与设备的连接应使用螺栓，并采用防松和防锈措施。另外，变压器的低压中性点（二次侧）也应接地。

(2) 投标方必须按照防雷保护相关规范对本项目设备及系统进行设计。所有电气设备实现有效、可靠接地，以保护电器设备不被雷电损坏。起重机结构与钢轨进行良好的电气连接，金属结构铰接处增设金属跨接软线。

(3) 岸桥前大梁头部和梯形架安装避雷针，避雷针均应保证安装稳定、可靠，能够避免震动造成的脱落。内部电控系统电源回路应采用一、二、三级保护，通讯回路应采用信号保护。

(4) 电源回路应包含并不限于在以下位置安装电涌保护器：主电源、辅助电源、小车架总电源、总电源进线侧、电气房、小车架控制电源及 PLC 电源、远控设备、智能理货及所有摄像头电源两侧。

(5) 通讯回路应包含并不限于在以下位置安装电涌保护器：远控摄像头信号通讯两侧，PLC 通讯。

5.24.2 防雷保护

所有电气设备实现有效、可靠接地，外部采用预放电式避雷针（针体至少高出航空障碍灯 300mm），内部电控系统电源回路采用一、二、三级浪涌保护，通讯回路采用信号浪涌保护。整机设备需设有雷电流监测分析仪，对浪涌保护器的泄放雷电流强度、泄放次数、实时的状态监测、告警等信息本地显示。

保护位置点如下：

(1) 第一级保护位置点：主电源、辅助电源、小车架总电源进线侧；

(2) 第二级保护位置点：整流输入及变频单元输出、电气房和小车架控制电源、通讯分站电源、吊具控制电源两侧、摄像头电源两侧；

(3) 第三级保护位置点：电气房和小车架 PLC 电源，24V 编码器电源、吊具终端模块电源。信号回路包含并不限于在以下位置安装浪涌保护器：重量传感器两侧、风速仪 PLC 侧、视频监控及其它模拟量通讯设备。

5.25 铭牌、标记、钥匙

按铭牌的式样和材料及安装位置应经买方认可。并将它们固定于门架显眼处。牌子使用凸起的文字、漆色要鲜明、能在地面上清晰地看见。要求如下：

(1) 在门架上加装制造公司名称和标志。

(2) 在机房、联系梁两侧标明港名和港徽标志(港徽式样、具体位置由招标方提供)。

(3) 在机房里设置由铜板蚀刻的整机润滑点示意牌。

(4) 在机房内装有本机的铭牌。铭牌用铜板蚀刻制成，其内容包括制造厂厂名、起重机名称、主要性能参数制造编号和完工日期。

(5) 各操纵手柄，按钮设表明操纵方向和用途的永久性标示牌，各信号灯、指示器、仪表都设表明指示内容的永久性标示牌。

(6) 在适当的部位上设置有关操作和维护的指示和警告标牌。

(7) 电气控制室、高压开关柜内各信号灯、指示器、仪表均应设有标明指示内容的标牌。

a. 电气配电柜门内电气接线图。

b. 吊具电气接线箱内吊具电气接线图。

c. 液压系统原理图。

d. 联动台和辅助操作站布线图。

e. 整机重要部位的螺栓扭力及检查周期表。灭火器布置位置表。

f. 大车鞍梁上需喷白色的安全标语，内容由买方提供。

g. 所有的高压变配电装置应有高压警示标志。

h. 起重机上的危险部位设置说明和警告标牌。

i. 所有起重设施（包括吊攀、吊耳），在合适位置上标有安全起重负荷标志。

j. 在主机房安装一个标明起重机的制造年份和地点、制造编号、主要尺寸、速度和性能的铭牌。

标示牌和铭牌用镂蚀的 304 及以上不锈钢材料制成，黑字；用中文标注。标牌尺寸、字样、颜色经买方认可。

机上配有以下钥匙，每种 10 把，除电气室、高压柜外，其它通用：

电气室；

高压开关柜；

机房及其它配锁的门；

启动控制电源的钥匙开关。

5.26 防火消防设施

投标人应提供一套消防控制系统，通过光纤网络接入港内新招标的 4 台岸桥的消防报警信号，消防控制系统应包含报警软件、机台、服务器、显示器等，应支持最大 30 台港机消防信号的接入。

灭火保护对象是司机室及电气房的低压柜。单个灭火装置，最多不能保护超过 3 台相临近的柜体。灭火系统要求稳定可靠，能在半开放环境中实现快速灭火，对设备无腐蚀性，能快速发出报警信号并扑灭明火。具体需要实现功能说明和要求如下：

1) 采用全氟己酮灭火剂。

2) 探测器动作温度为 $160^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，并在省级或国家级检测机构出具的检测报告中可查。

3) 灭火剂量及喷射方式应满足所有的电器柜内同时喷射，且足够扑灭每台柜内火情的需求。

4) 司机室的灭火装置灭火剂量 3.2kg，电气房低压柜的单个灭火装置采用 8.8kg 或者 6.2kg。该数据须在须在省级或国家级检测机构出具的检测报告中可查。

4) 灭火剂储瓶应为 304 不锈钢或性能不低于 304 不锈钢的材质，该材质须在省级或国家级检测机构出具的检测报告中可查。

5) 在 20°C 的条件下，整套灭火装置储压部分压力不应大于 $1.5\text{Mpa} \pm 0.2\text{Mpa}$ ($\leq 1.7\text{Mpa}$)。该数据须在须在省级或国家级检测机构出具的检测报告中可查。

6) 灭火装置安全压力值为 2.5Mpa。该数据须在须在省级或国家级检测机构出具的检测报告中可查。

7) 灭火装置必须配有压力表，便于及时检测灭火装置的运行有效性与否。

8) 能在半开放式的环境中实现 2 秒快速扑灭 A、B、C、E 类火灾，有效控温灭火、抗复燃。

另外在下列地点安装经消防安全部门认可的灭火器，数量符合消防要求：

- a. 机器房；
- b. 电气室；
- c. 起重小车上；
- d. 液压站旁边；
- e. 每个集中注油装置附近；
- f. 大车控制站附近；
- g. 高压电缆卷盘；

在起重机陆侧上横梁处设置一套消火栓（含水枪和水龙带），并敷设一条消防管路，一端与陆侧上横梁机器房外的消火栓相连，另一端设置在起重机接近地面处，可同消防车水管相接。

5.27 岸桥远控自动化

5.27.1 基本要求

本项目的起重机按照远控自动化操作模式设计，要求配置主机构定位功能、CCTV 监控系统、吊具定位及姿态检测系统、船型扫描系统、集卡引导系统、自动防摇系统、箱号识

别/智能理货系统、准入安全系统、大车防撞系统、吊具自动防摇/防扭系统、陆侧自动着箱功能、船侧智能辅助着箱功能、吊具定位检测系统、远程操控系统、安全防护系统、监视和管理系统、语音系统等。远程操控系统要求实现在远控中心实现对岸桥的远程自动化操作。自动化系统定位精度应满足至少满足自动化系统的标准。

(1) 投标人应提供在远程自动化操作模式下与在司机室同等甚至更优的安全保障、效率、可靠性以及可维护的起重机性能。

(2) 投标人应当进行系统安全分析和相关风险评估并详细注明可能采用实现方法并列与远程起重机相关的潜在危险因素。

(3) 远程操控系统应该有合理的人机交互界面，包括所有与起重机操作相关的必要显示。起重机状态信号的实时反馈和远程操作站工作人员和现场操作人员间的双向通讯系统，司机可以确保安全高效地对起重机进行远程作业。

(4) 为了确保远程操控系统的作业安全性，投标人应设置并加强不仅限于防撞和安全联锁功能的安全保护系统，以解决由于在远程操作站进行的其中机远程操作引起的危害。

(5) 投标人需确保远程操控系统的可靠性。

(6) 投标人应当明确远程操控系统是起重机的附加功能。起重机原有的性能，功能和保护系统在远程操作系统出现故障或在其与起重机失去连接时不应受到任何影响。

(7) 所有远程操作站的 PC 站应使用最新的微软 Windows 操作系统，且保证运行的软件的兼容性。远程操控系统应具备和码头 TOS 系统数据对接的功能，用来快速交互装船或卸船时集装箱的信息（包括集装箱箱号、箱型、装卸顺序、船上位置、集卡车号、装卸车道等）。

(8) 岸桥远程控制装卸效率不低于 25Mov/h。

(9) 远控自动化岸桥对陆侧作业应实现对有人内集卡、外集卡和无人水平运输车（IGV）的自动化作业。对无人水平运输车应实现准确引导对位，投标人负责与 FMS 系统实现数据接口对接，并配合现场调试。

(10) 远控自动化系统应包含远程手动、远程半自动。岸桥在远控自动化作业过程中，如由自动切换手动或由手动切换到自动应无缝连接，保证切换过程的安全及流畅。

(11) 与码头 TOS 生产系统对接，根据指令实现流程自动化作业。TOS 与岸桥未连接或 TOS 指令规划困难时，由司机在远控操作台 QCMS 手动下发指令，岸桥进行自动化作业，操作界面应简洁、友好，减少司机操作复杂度。

(12) 岸桥远控自动化系统的所有子系统和组件应当能够在码头复杂环境下安全和可靠的运作，且可安全便捷的维护和维修。

(13) 岸桥远程控制系统应满足 JTS/T 2021《自动化集装箱码头建设指南》中关于岸桥远控的相关技术要求。

(14) 投标方应在投标时提供一版完整的针对内河岸桥远控自动化的设计方案供招标方进行审查。

(15) 投标方选择的远控自动化系统集成商应在投标文件中明确列出，招标人有权从成熟的远控自动化系统集成商中选择，投标人在投标文件中列出的品牌若招标人技术评审时不认可，有权更换品牌。

***5.27.2 设备配置要求**

(1) 配置自动定位系统，包含：大车定位、小车定位、起升定位。自动定位系统可确保在远控过程中位置的准确性，为大车、小车、起升机构定位提供可靠数据。

(2) 配置必要的检测装置、视频监控装置以及必要的数据分析处理服务器，以实现大车、起升、小车机构定位的自动操作以及取放箱的自动操作。

(3) 配置集卡到位检测、集卡引导系统，完成远控操作过程中引导集卡进行停车精确定位（包含有人集卡和 IGV）。

(4) 配置自动防摇系统和自动防扭系统，控制吊具的摇摆和扭动，实现快速对箱。

(5) 配置船型扫描系统，通过对船上集装箱轮廓的扫描，保证在船侧装卸自动运行路径安全最优。

(6) 配置安全防护系统，包括大车防撞、船型扫描系统、防砸车头、门禁系统，保证岸桥远程操作的安全性。

(7) 配置 4 台远程操作台，实现远程监控、操控、视频监控及各个辅助系统操作等，以满足远程自动、手动作业的需求，实现 1 对 1 操作，远程操作台可以绑定任一岸桥。

(8) 提供一套 5G 的 CPE 及相关辅件，利用港内现有的 5G 专网实现岸桥远控通信链路光纤和 5G 的互为备用，光纤链路中断后自动切换到 5G 通信链路。

(9) 配置 CCTV 视频监控系统，满足作业和安全的需求。

(10) 配置 RFID 车辆射频识别系统，满足作业车辆识别的需求。

(11) 配置岸桥编码器纠偏 RFID 定位系统，满足对作业岸桥位置纠偏定位的需求。

(12) 配置语音广播系统，用于远程操作人员向现场设备处广播。

(13) 配置安全监管系统，提供远程操作特殊的安全保护和安全联锁系统，整个系统的安全性要综合根据相关远程操作站、岸桥、个人操作规范和桥吊周围的作业环境进行系统安全分析和风险评估。

(14) 配置与 TOS 系统、FMS 系统的对接接口的开发及调试，实现港口自动化运行。

5.27.3 远程操作台

远程操作台应集成 CMS 内容、操作手柄（无级变速）、部分操作按钮和方便司机操作的设备。具体功能如下：

远程操作台基本要求：

远程控制台具有操作主台面和显示器副台面，两个台面均为弧形，有利于操作员的观察视野，远程控制台可调整为坐姿和站姿两种操作方式。远程控制台的主台面和显示器台面可分别进行电动升降。其中主台面由 4 支电动推杆支撑，显示器台面由 2 支电动推杆支撑。推杆由控制器驱动，具备同步控制、检测、报警及复位功能，并具备 3 个高度位置记忆功能。

控制面板上布置左右主令手柄，安装位置符合人机工程设计，并可布置不多于 20 个按钮类元件（按钮、指示灯、旋转开关、紧停开关、钥匙开关）。控制面板中间布置有触摸屏，控制面板结构有足够的强度，适应高频率的手柄操作工况，易于拆装，便于内部元器件检修。同时主台面上布置有操作面板及左右手托，手托支撑形状符合人机工程设计，且柔软度适宜。

在主台面下方有左、右 2 个电控箱。采用钣金制造，箱门方便开启，便于检修。电控箱内安装 PLC 远程模组、计算机主机、交换机等。台面与电控箱之间的连接电缆，通过高品质工程拖链走线。控制台桌面使用工程树脂材料整体制造，工作台面的每个表面经过至少 100kg 受力实验，台面与桌面嵌入控制面板需衔接吻合。主框架为 2.0mm 冷轧钢板及型材，承重支撑件为 3.0mm 冷轧钢板，防静电处理，框架底部布置有万向脚轮，可以整体移动。

(1) 远程操作台采用人体工学设计，人员操作侧的边缘采用弧形设计，台面美观大方，当人员操作时，可将双手自然的放置在两边的操作手柄上，并具有手臂支撑点，减少操作人员的机械疲劳。远程操作台上布置了远程操作所需的按钮、转换开关、指示灯及操作手柄、可显示状态及操作控制的触摸屏、语音通话设备、生产管理系统、远程 PLC、司机座椅以及其它的配件。

(2) 所有远程操作台中的报错，都应反应在远程操作系统中。

(3) 远程操作台采用可调节高度的操作台面，操作台面板和显示器面板应可单独分开升降。远程操作台要结实牢靠，不能晃动，主台面升降负荷大于 150Kg。面板要求采用高强度复合阻燃材料通过模压成型（非板材拼接）。台面下采用绝缘防护罩对安装器件和线缆进行保护，并且拆卸轻便。台面背面的电源线、通信线、控制线等电缆采用专用防护罩可靠保护，不外露。台底部要有足够的空间至少 1m，有搁脚防护杆。

(4) 操作台具备电动升降功能，操作控制器应使用灵活、位置准确。操作台布置由卖方根据实际工况设计安装，保证操作员操作方便，两侧有防护板，遮挡内部箱体，使操作台更美观。操作台布置方案需提交买方认可。

(5) 远程操作台应具备安全登录连锁，通过许可程序来确认远程操作人员身份，需具备刷卡或人脸识别登陆、注销功能，并确定是否准予操作，不仅包含人员身份准入，也包含设备是否允许远程操控。

(6) 远程操作台的显示屏幕应当显示所有必须的操作信息，包括现场实时图像，起升状态，小车、大车的行进状态和所有远控中需要用到的重要信息。

(7) 在远程操作台上放置 6 台 27 寸窄边框高清液晶显示器和一个远程控制系统的终端设备，显示屏的布置及画面显示方案应在设计审查时经过招标人进行确认。

(8) 远程操作台配置一套高保真头戴式耳机和耳麦，用于与现场双向通话（包括高频对讲、机上电话等）。

(9) 操作室配有高度、前后距离、后靠背角度可调节的舒适椅子，座椅覆以透气防滑材料，应从优质品牌的人体工程学椅中选择。

(10) 远程操控台屏幕排列应整齐美观、设计风格应与远控中心现有操作台协调，招标人有权从优质品牌的操控台生产厂家中选择，设计方案以及品牌需要经过招标人认可，投标人需负责现场安装。

(11) 投标人应提供支持岸桥远程操控的信息化软、硬件及系统方案，方案需经招标人确认。方案应包括但不限于以下各项：

- a. 系统架构图；
- b. 每工位的网络通信带宽；
- c. 每工位的操控台尺寸、重量；
- d. 每工位的用电量；
- e. 信息化设备的配置参数；

5.27.4 小车定位系统

小车定位应双冗余定位系统，采用加装电子装置直线编码尺（磁尺）配合单机上自设有的绝对值编码器相互校验的方式，采集位置数据的精度要求精确到毫米，与实际小车位置值数据误差不超过 20mm。小车定位装置应实时将数据传送到岸桥主 PLC 中。一套定位传感器出现故障时，系统能够报警或者立即停止设备运行，提高系统安全性。

小车定位精度要求在 $\pm 20\text{mm}$ 以内。

5.27.5 大车定位系统

大车定位系统应在轨道吊的两侧大车机构上各安装 1 个绝对位置编码器实现对大车的绝对位置的检测。增加光电开关或者招标人认可的其他方式，实现对绝对值编码器的校验。

大车自动定位精度要求 $\pm 30\text{mm}$ 以内。

5.27.6 起升定位系统

起升定位系统采用双冗余定位，采用单机上自设有的绝对值编码器作为主要位置检测装置，绝对值编码器安装在钢丝绳卷筒一端的轴承座，并使用固定式限位作校准。同时应增加独立的传感器作为起升机构定位冗余，作为对比检测。起升定位装置应实时将数据传送到岸桥主 PLC 中。

起升自动定位精度要求 $\pm 50\text{mm}$ 以内（吊具上架在零位状态下，用激光测量吊具锁头与地面距离）。

5.27.7 吊具定位及姿态检测系统

系统应能实现吊具定位功能，通过安装在上架上的反射板和小车架上船型扫描的 2D 扫描仪，定位出上架吊具相对于小车的相对位置，自动化 PLC 根据系统提供的检测结果计算出一个补偿位置值，并实时监测吊具相对于小车和周围集装箱之间的距离。

吊具姿态检测系统包含 1 台带红外滤光片的工业相机及 3 台红外光源。相机固定安装于小车平台上，3 台红外光源安装于吊具上方。相机拍摄吊具上 3 个红外光源的图像，基于 N 点透视原理并结合红外光源的安装位置数据，实现对 3 个红外光源组成的空间三角形的定位，并推导吊具在大车小车起升组成的三维空间中的位置姿态。吊具姿态应能展示在远控系统界面中，方便远控司机进行操作。

5.27.8 船型扫描系统

船型扫描系统功能是基于在小车架平台上安装的 3 个二维激光扫描仪。它随着小车移动实时扫描船上的集装箱高度，并获得船型和集装箱轮廓信息；

根据扫描后储存的集装箱和船型轮廓信息，以及计算得出的船舶障碍物轮廓信息，SPSS能帮助实现以下操作：

- a. 起升机构在船侧的甲板上和甲板下实现向下智能减速；
 - b. 扫描仪扫描的吊具高度与编码器的高度进行实时比较，如果相差 200mm，系统报警并停止运行，当吊具高度低于运行方向的集装箱高度时，禁止小车运行，防止打保龄；
 - c. 结合起升和小车的半自动控制，它能为吊具生成安全且优化的运行轨迹，从而缩小运行时间，提高效率；
 - d. 指引协助司机能够快速准确的完成大车的移动对位；
 - e. 船型扫描与单机控制系统具备信号交互，交互信息包括但不限于：起升高度、开闭锁信号、小车运行方向、起升运行方向、大车运行方向、起升小车位置、大车移动信号等。
 - f. 作业过程以图形方式实时记录吊具及小车运动轨迹，供岸桥司机参考，图形输出格式可转为 PDF。
 - g. 可以显示船型轮廓和其装载的集装箱及吊具位置信息，以图形方式展示给操作员，用于分析、优化其操作。
 - h. 系统应采用三激光测距融合技术，三激光进行无死角扫描，冗余校验，提升轮廓信息的准确性；在更换场地作业贝位过程中，即时更新堆码轮廓信息，提高系统时效性。
- 岸桥作业时，扫描获取作业路径的障碍物轮廓信息，检测精度允许偏差 $\pm 300\text{mm}$ 。
- 船型扫描系统的软硬件接口由投标人负责，完成相应功能，保证远控操作系统的稳定性。

5.27.9 集卡定位系统

集卡引导系统应采用视觉技术，满足任一作业车道上的集卡，它能帮助集卡快速定位停车。对驶入工作车道的集卡进行自动引导。通过高清摄像机对集卡进行车身以及集装箱进行识别定位后，并在显示屏上显示集卡车前进或后退方向、距离等信息，引导集卡司机快速、准确的停靠到正确位置，提高整体作业效率。系统应还能检测集卡车的倾转角度，为吊具精准对箱提供参考数据。

(1) 集卡引导系统应至少实现以下功能：

- a. 能帮助集卡车快速定位停车，能够根据司机选择的相关作业参数，对驶入工作车道的集卡车进行自动引导。通过安装在大车门腿的交通信号指示灯，它能引导空集卡或带箱集卡停在一个准确的位置。大车方向定位精度： $\leq \pm 50\text{mm}$ ；小车方向定位精度： $\leq \pm 50\text{mm}$

（自动化作业）；

b. 当集卡前后引导到位停车后，检测集卡在小车方向上的偏差位置，修正岸桥小车机构运行到工作车道的目标位置，从而帮助吊具快速自动着箱；

c. 当集卡前后引导到位停车后，检测空集卡或带箱集卡停车后的扭转角度作为目标值，自动控制吊具扭转角度与目标值一致，以便于自动着箱；

d. 两个作业车道均应能进行引导，引导车型为内集卡或者无人IGV。

e. 针对无人IGV，应免费提供CPS引导接口，准确引导无人IGV对位，实现对IGV的自动抓放箱。对接协议应以北京经纬恒润现版接口协议为准，并配合进行调试。

(2) 集卡引导显示屏安装位置应便于集卡司机识别。

(3) 能实现单车道集卡上装载45英尺、40英尺、20英尺集装箱的作业引导。

(4) 支持双车道的集卡引导对位，实现系统在岸桥下双车道的集卡引导对位；

(5) 可自动判断集卡车装卸箱作业工况，并确定集卡的准确停车位置；

(6) 提供集卡停车偏角信息，以便于引导吊具姿态调整；

(7) 具有防集卡拖拽吊具提示功能，系统提供集卡司机作业完放行信号提示功能，在桥吊吊具起升到安全高度后，放行信号亮起，防止吊具被集卡拖拽；

(8) 具有防砸车头功能，在集卡车未行到位时，系统自动控制吊具停在安全高度，禁止继续下放，防止砸车头事故，等集卡行驶到位后，吊具允许下放；

(9) 提供专业运行维护软件：可视化UI，便于用户日常维护，提升系统可用性；

(10) 应配置显示屏，界面设计应简洁，方便司机根据显示屏进行对位，同时应配置语音引导。每台岸桥安装车道交通灯，安装在每条作业车道上方中心位置。

(11) 当集卡引导到位以后，集卡引导系统应能检测集卡在小车方向的偏差位置，修正岸桥小车机构运行到工作车道的目标位置，从而帮助吊具快速自动着箱。

(12) 该系统下的任何传感器应当配备天气防护装置或其它类似保护装置以免造成设备损坏。传感器的可靠性需保证码头可正常作业条件下，不受环境的影响。

5.27.10 自动防摇系统

吊具防摇能帮助司机或自动控制系统缩短吊具与集装箱的对位时间，抑制吊具的摇摆，提高装卸船效率。在半自动操作时，不论司机采用自动或手动操作，防摇系统全程投入，当司机在驾驶室操作室，司机可选择关闭防摇系统，改为全手动控制防摇。为了缩短吊具与集装箱的对箱时间，在起升吊具上架上提供一套闭环电子防摇装置，当额定载荷集装箱或空吊具离地一定安全高度，小车以额定速度行走，速度给定归零，两个摆动周期内，该

装置可将吊具的横向和纵向摇摆量控制在±100mm范围内。

防摇装置应保证在雨、雾、雪等天气下平稳正常运行，在防摇系统运行期间，应保证小车能够以100%速度运行。

5.27.11 智能理货系统

在岸桥吊装集装箱过程中，集装箱箱号自动识别系统应能采集相应的集装箱图片信息，通过光学AI智能识别技术以及系统配置的控制装置，将图片信息自动识别，实现岸桥作业过程的箱号信息的自动采集。

岸桥装卸过程中智能理货系统可以自动识别集装箱号码、箱ISO代码、装卸状态、车顶号码、危险品标识，同时采集相应的集装箱图片信息，与码头作业系统进行数据交互。码头岸桥前沿理货人员可以后撤到管理中心，由每台岸桥一名理货人员到一名理货人员管理多台岸桥，节省人力成本、提高作业安全性、实现岸桥作业的信息化，便于数据追溯，提升集装箱码头的作业效率。

智能理货系统由前端采集子系统、集中控制客户端子系统、集中监控中心子系统组成。

前端子系统子系统主要由集装箱识别、箱体验残抓拍、PLC状态采集、车辆识别、装船位置识别、视频监控、识别数据查询组成。

集中控制客户端子系统主要由理货数据确认、箱体验残录入、设备集中监控、视频监控查看、历史数据查询组成。

集中控制服务端子系统主要由数据存储、Web服务、用户管理、系统接口等组成。

5.27.11.1 主要技术参数

- (1) 集装箱号全天候平均识别率 $\geq 96\%$ ，排除污损后 $\geq 98\%$ ；
- (2) 集装箱ISO号识别识别率 $\geq 96\%$ ，排除污损后 $\geq 98\%$ ；
- (3) 特殊箱（危险品箱/油罐箱/开顶箱/平板箱等）识别 $\geq 95\%$ ；
- (4) 各类尺寸集装箱识别率 $\geq 97\%$ ；
- (5) 集装箱箱门方向识别率 $\geq 98\%$ ；
- (6) 铅封识别率 $\geq 90\%$ ；
- (7) 集卡车号识别率 $\geq 97\%$ ；
- (8) 集装箱双小箱/单小箱压箱位识别率 $\geq 95\%$ ；
- (9) 集装箱装船积载位(BAY位)识别率 $\geq 97\%$ ；
- (10) 集装箱残损图片抓拍率 $\geq 99\%$ 。
- (11) 作业类型（装/卸/寄桥/翻捣等）识别 $\geq 99\%$

(12) 规范操作下作业车道识别正确率 $\geq 99\%$

(13) 规范操作下集卡行驶方向识别率 $\geq 99\%$;

5.27.11.2 集装箱号识别要求

(1) 系统应能够识别GB/T 1836-2017标准的集装箱号码，可以处理任何印刷方式的箱号和箱型代码，支持一至四行水平箱号、一至两行垂直箱号；

(2) 应能识别集装箱前、后、左、右的箱号、进行校验计算判别箱号识别正确性，校验成功的箱号进行多面比对保证输出可信度最高的箱号；

(3) 系统应可自动根据识别结果进行最后一位补位计算，可实现箱号一位缺失的自动补位；

(4) 系统应支持分时段进行摄像机快门速度及增益参数调整；

(5) 系统应支持在多种条件下对图片进行查询，可实时调出图片与识别结果匹配核对；系统应能生成识别记录及日志；

(6) 系统在集装箱某些侧面污损、字符剥落、字迹不清等情况下，应能通过其它侧面的图像的互补也能保证正确地识别出集装箱箱号；

(7) 系统应能够满足白天和黑夜不同光线条件下的正常工作，不受雨、雪、雾等恶劣天气的影响；

(8) 系统应具有远程故障诊断、硬件监控检测、故障预警功能；

(9) 系统应具有远程运行参数配置功能；

(10) 系统可接入CCTV识别系统，支持实时显示箱号识别摄像机视频，便于监控摄像机工作状态；

(11) 应满足长期稳定运行的需要，平均无故障时间：MTBF ≥ 5000 小时；

5.27.12.3 集装箱验残

(1) 集装箱子验残抓拍系统自动对箱体各面的抓拍，系统应可以通过图片对的集装箱进行残损检验判别，系统应根据招标人提供的集装箱残损标准，对集装箱进行自动验残，自动验残成功率应在50%以上，对于疑似残损箱子，系统应能将照片和疑似残损位置有无情况提供给后台理货员，用于人工核查。

(2) 系统应能够检验一个20英尺短箱、二个20英尺短箱、一个40英尺长箱、一个45英尺及48英尺加长箱等箱型。图片可以覆盖前、后、左、右四个面的99%。有效抓拍率达到99%。系统能满足白天和黑夜不同光线条件下的正常工作，并自动补光。

(3) 系统应具有较强的可扩展性、稳定性、可维护性。系统硬件组成选用工业标准的

产品，满足高温、寒冷、温度高等恶劣环境下的正常使用。

5.29.11.4 PLC状态采集

系统应能与岸桥的PLC模块对接，采集岸桥PLC实时位移、作业状态等数据，提供给集装箱识别系统、贝位识别系统，识别系统根据PLC的状态数据进行车道判断、装卸船状态判断、作业状态的判断以及监控摄像机拍摄位置控制。

5.27.11.5 车辆识别

车辆识别系统，应采用先进的宽动态视频监控技术，对监控作业区的机动车道进行全天候实时的监控、识别并记录相关图像数据。前端识别系统对利用先进的人工智能识别技术对拍摄的图像进行分析，从中自动识别车辆的车顶号、通过时间、装卸位置、行驶方向、车号位置坐标等数据。

系统通过视频识别车辆顶部涂刷的车号，识别内部集卡车辆，系统能够达到全天候识别率96%以上。

5.27.11.6 岸桥RFID车辆识别系统

岸桥 RFID 系统，是在岸边龙门吊作业集卡车头方向连系梁上，每个集卡作业车道对应位置配备一套 RFID 装置，用于对集卡上 RFID 卡的信息进行识别。每台岸边龙门吊车辆行驶方向连系梁上配置 2 套 RFID 读取系统，每套读取系统配置 1 个读卡器及 3 个读取天线，并适当选择天线型号及调整天线功率增加系统可靠性，每台岸桥安装一台 RFID 控制器。

RFID 服务器将读取到的车牌号，形成报文，发送给岸桥机上服务器(PLC)，接收报文验证正确后，向 RFID 控制系统返回确认报文。要求集卡号识别率不低于 95%。具体实施方案须经招标方认可并选定。

RFID 系统交互应能够支持工业协议如 Profinet 协议、DP 协议。

RFID 系统交互应能够支持 TCP/UDP 协议。

5.27.11.7 岸桥RFID定位校验系统

岸桥RFID定位校验系统，是在岸桥底部、轨道上方安装RFID阅读头，沿岸桥轨道布置若干RFID定位校正识别点（数量约200个）。在岸桥运行过程中，阅读头可阅读行程中的校正标识点，与岸桥运行绝对值所测量的连续位置做校验，增加自动化岸桥行驶过程中的定位准确性及实时可靠性。

阅读器支持profinet协议直接与PLC系统进行对接，快速有效对识别点数据进行交互。

校正识别点支持标记内容写入，识别点识别响应时间小于30ms。识别精度范围2-5cm。

5.27.11.8 装船位置识别

装船位置系统应能实现集装箱装卸位置的自动识别，每一个贝位第一个作业需要人工确认位置，之后的装卸交由系统自动判断箱位，识别率应达到95%以上。装卸船上位置系统会自动拍照，以供人工核验。

5.27.11.9 理货数据确认

理货数据确认主要负责集中管理岸桥的理货业务，界面会将所有的识别结果放入代办列表，理货员点选代办列表，查看代办列表中的识别数据，进行确认。

接收并验证各个业务请求信息，如识别箱号与预约箱号是否一致，作业内集卡车号等，然后负责将处理及验证结果反馈。

理货数据确认主要负责集中管理岸桥的理货业务，界面会将所有的识别结果放入代办列表，理货员点选代办列表，查看代办列表中的识别数据，进行确认。

接收并验证各个业务请求信息，如识别箱号与预约箱号是否一致，作业内集卡车号等，然后负责将处理及验证结果反馈。

5.27.11.10 验残数据录入

系统应能够自动识别残损图像，应能根据招标人提供的集装箱残损标准，对集装箱进行自动验残，自动验残成功率应在50%以上，对于疑似残损箱子，系统应能将照片和疑似残损位置提供给后台理货员，将验残图片进行展示（除底面外的5面完整彩色图片），支持人工发现图片上集装箱有残损，进行人工录入残损信息。当验残理货人员进行此操作并确认时，系统自动将完成的验残数据发送给理货系统和TOS系统用于生成相关单证。

5.27.11.11 视频查看

系统应能够显示前端所有摄像机的图像，并可控制云台摄像机的转动、变倍、变焦。

5.27.11.12 数据存储

数据接收与管理：应能实时接收前端作业数据和识别结果，实现数据的统一管理。智能理货系统需要配置两套服务器或虚拟机，一套部署Oracle或MySQL数据库，用于存储系统数据；一套部署FTP服务，用于存储抓拍图片，当硬盘容量不足时，系统自动覆盖最早的图片数据。系统服务器可采用双机部署保证高可用性，也能够配备备份软件对数据、图片进行转移、备份。

5.27.12 准入安全系统

安全系统应具备严格的准入控制，禁止非工作、作业人员获得进入岸桥或室内工作区域，以免造成一些安全隐患。准入系统应包含但不限于以下功能：

(1) 在岸桥登梯口设置门禁系统(采用面部识别、密码、射频卡等多种方式验证进入), 禁止无权限人员登机。当岸桥需要人员进入时, 人员在登机楼梯口通过识别, 进行身份认证后允许进入, 同时设备进行安全控制。门禁系统须有人员计数功能, 远程控制模式前, 需确保没有人员滞留在岸桥上。。在远控模式下, 禁止其他人员上机, 在通过门禁向远程操作台申请并同意后, 门禁才能打开允许进入。

(2) 远程操作台设置准入系统, 需获得权限才能操作设备。在远程操作台登录时, 其他门禁必须获得远程操作台许可, 方能打开门禁。(当检测到要求进入岸桥的请求时, 远程操作要有声光提示。司机远程登录时如机上有其他人员, 也应有声光提示。)

(3) 准入系统应兼容至远控系统, 在远程控制台应显示并记录岸桥登机及操作人员信息, 信息保存时间 15 日以上。

(4) 系统流程可分为进门(登机)和出门(下机)流程:

a. 登机流程

确认岸桥停机—刷卡请求—系统开门—进门确认—滞留记数

b. 下机流程

刷卡请求—系统确认—系统开门—出门确认—滞留人数确认—无人滞留—恢复作业

每个门禁系统请求站包含: 安全门开关锁、进门读卡器、出门读卡器、确认已出按钮、确认已入按钮、指示灯、蜂鸣器、紧停按钮等。

门禁控制位置:

a. 登机口;

b. 机房全部通道门;

c. 电气房全部通道门;

d. 前大梁全部通道门;

e. 滑环箱平台通道门;

f. 高压柜围栏通道门;

每个门禁系统请求站包含: 进/出门人脸识别装置(兼容码头员工卡识别及扩展)、智能电控门锁、感应限位、应急出门装置、声光提示终端等。

门禁系统应在后台部署客户端、数据库、服务器等。门禁系统需能够自动统计进出人数, 进出人员实时记录(对应人员信息及图像), 登陆实时影像视频传输, 门禁系统应和电控系统实时交互, 具备多种开门逻辑满足不同工况作业要求。

门禁系统集成在中控指定服务器上，对进出人员情况实时显示，无权限或非法闯入者输出报警界面/日志/视频等。

门禁系统预留二次开发模块，可根据用户实际要求优化完善配置功能；

现场产品均要求为工业级产品，充分考虑户外防水防尘（IP66 以上）、抗 7 级大风、抗强烈震动、防盐雾腐蚀和防 UV 老化等因素，产品整体质保 2 年；

门禁配套门锁材质为 304 不锈钢，最大拉力满足 500KG（600Lbs）直线拉力，具备断电开锁功能，同时还应具备应急进出门装置，紧急特殊情况（包括本地单机和中控通讯失败、门禁故障等）下可远程强制开门或现场手动强制开门。

有效人员识别身份后应由门禁系统反馈给上级系统或管理人员，上级系统或管理人员判断具备停机或其他准入条件后，方可开门。

门禁厂商应具备岸桥项目成熟经验，具备类似项目已验收业绩，优良的业内服务口碑。

门禁系统品牌及架构由用户确认。

5.27.13 大车防撞系统

系统应具备大车防撞系统，在大车腿部四个方向安装 3D 激光传感器及双目避障工业相机，检测轨道上面上下以及左右一定范围内的障碍物，减速和停止距离可以根据需求设定，可以有效的保护轨道上的运动或者静止的障碍物。

5.27.14 远程 IP 语音系统

岸桥需设一套小型调度通讯系统，以应对特殊情况下司机或其他人员与远程操作人员的沟通。应包括：小型交换机和 4 部分机（电气房 1 部、小车架 1 部、大车支腿 1 部、远程操控中心一台）及配套设备。

远程操控中心每个操作台应设调度主机（安装有扬声器、手持装置、扩音和平衡设备）并与岸桥进行联网通讯，调度分机同时具备扩音功能。小型交换机与中控调度通讯系统交换机通过光缆相连，机上调度通讯系统作为中控调度通讯系统的子系统运行。岸桥上各分机可以互相通讯。

在地面作业车道旁边装有广播设备。该设备与设在远程监控中心的通讯设备可进行广播通讯。当监控中心监控人员需要提醒岸桥下集卡司机或指挥集卡司机时，可用监控中心通讯设备的话筒，通过此广播通讯设备与设在地面集卡交换区侧面广播设备端的扩音喇叭进行喊话。

5.27.15 联动台

联动台需符合 ISO 11226 标准中关于身体躯干、头部、上肢、腿部的工作姿态要求，左右操作箱可进行前后，上下，倾角方向的电子无级调节，联动台整体可以进行垂直方向电子无级调节，同时具有联动台整体减振缓冲功能，以适合不同体型的驾驶员。

联动台座椅品牌为 Grammer，座椅背部需有弹性弧形包覆设计，贴合人体，坐垫前部需有 V 型开口，增加工作视野，采用皮革面料并配有安全带。

5.27.16 CCTV 系统

投标方需提供一套完整的视频采集系统并安装在岸桥上，监控所有起重机操作中重要的视角和司机通过远程操作台操作的起重机周围环境，一部分用于远程控制作业，一部分用于安全监控，可根据需要独立设计或整体设计。

(1) 远程控制作业 CCTV 视频监控系统，投标人可在本方案基础上进行优化，但不得低于此配置，依据设计评审最终方案实施。应满足以下要求：

需要在岸桥各个位置安装充足数量的摄像头，固定摄像头的角度不低于 120 度广角，包括 PTZ 球机、枪机、半球机，变焦/定焦等不同的形式，具体根据安装位置 and 实际需求配置，获取现场作业画面。借助于该系统采集各项实时画面并同步传送至远程控制台显示屏，来帮助司机实现全方位、全天候的视频监控，从而使得司机可以高效、安全的对起重机实现远程操作。

在远控中心的显示终端上实时显示车道集卡、吊具、大车移动等起重机所有操作的视角和起重机周围环境。

小车上配置的摄像头为 PTZ 球机，确保捕捉的画面清晰，并且能自动聚焦目标物体。作业中，主摄像头应根据吊具起升位置自动调焦，以使司机得到实时清晰的作业影像。摄像头分辨率不低于 1080P，20X 以上光学变焦，预制位精度需要达到 $\pm 0.1^\circ$ ，摄像头护罩内部和外部均需要有防坠链，支持 IK10 防暴等级，支持透雾功能，支持 4 路以上同步码流，对外的网线接口需为防水设计。

投标人应在合适的位置配置硬盘录像机，用于存储所有摄像头的视频信息。

所有摄像头应能在集装箱码头环境下正常工作，并且达到工业使用级别，外观小巧并适用于室外场景拍摄，安装位置要易于维护。摄像头应有防水、防油污保护措施并易于清洁。摄像头应具备较高的防震性能，避免冲击或磕碰导致的摄像头损坏或掉落，需要达到你 IK10 以上的防暴等级。摄像头应具备较强的抗干扰能力。

岸桥上需要配备足够的照明设备，以便起重机司机能够在任何天气条件下，白天和夜晚都能获得正确还原信息清晰的画面。

CCTV 系统远控部分应部署一套远控专用的视频软件，应具有监控画面按操控需要自动切换显示的功能，可连接多个客户端，操作端主机必须流畅显示和图像自动切换，不允许出现黑屏

CCTV 系统应具备智能 H. 264、H. 265 压缩技术，能动态的分析实时视频图像中的运动部分的信息并智能压缩所不需要的信息，同时保证图像中重要部分的清晰度和细节，以达到减少传输带宽，减少存储空间的目的，能节省带宽平均 50%以上。

CCTV 系统所有摄像头端到端延时控制在 200ms 以内，保证操作流程无卡顿感。

投标人需要提交一份完整的 CCTV 系统设计方案，包括起重机摄像头布置、操作现场实时画面的显示分布、视频传输带宽说明和额外的照明设备信息等，供招标人确认。

CCTV 系统及网络系统需提供充足的备件，现场出现故障 1 个小时内完成抢修，供应商必须具备现场提供快速服务的队伍和能力。

摄像头应选用知名品牌，工业级别，保修期应不低于 3 年。所选摄像头不是唯一特定产品，市场上应至少有另一种替代产品方案。

摄像头安装支架制作预制件，安装位置需考虑方便维护，不易维护区域需加装维护平台。吊具摄像头要满足高强度防震需求，防护外罩要满足防振、防撞要求。

摄像头安装位置及数量应包括但不限于下图所列位置，投标人应提供一套完整的摄像头布置方案供招标人在设计审查时进行审核，摄像头的数量应以满足现场实际使用为准，在方案无法满足现场安全作业需求的情况下，招标人有权增加摄像头数量，投标人应无条件接受。

摄像头列表：

序号	安装位置	形式	数量	具体作用
1	小车架河/陆, 左/右侧摄像头	ePTZ 球机变焦 (跟踪)	4	拼接显示吊具整体状态 (带变焦)
2	河侧上横梁中间	Fixed zoom 定焦	1	大车对贝位
3	前大梁前端	PTZ 球机变焦	1	向后监视设备区域内的整体情况
4	后维修平台	PTZ 球机变焦	1	向前监视设备区域内的整体情况
5	河/陆侧鞍梁左侧 端部 (大车)	Fixed zoom 定焦	2	大车运行时观察左侧轨道区域位置

6	河/陆侧鞍梁右侧 端部 (大车)	Fixed zoom 定焦	2	大车运行时观察右侧轨道区域位置
7	陆侧鞍梁内侧中间	Fixed zoom 定焦	2	监视陆侧车道作业时落箱
8	河侧鞍梁内侧中间	Fixed zoom 定焦	2	监视河侧车道作业时落箱
9	小车架下方	Fixed zoom 定焦	1	方便司机装船
10	吊具四角摄像头	定制	4	便于司机对锁眼
11	高压卷盘平台探出	Fixed zoom 定焦	1	从顶部查看高压电缆导缆架出收放情况
12	登机口	Fixed wide zoom 定焦广角	1	查看人员登机情况
13	电气房	Panoramic 球机	2	查看室内人员情况
14	机器房	Panoramic 球机	2	查看室内人员情况
15	后大梁挂舱油缸平台	可变焦球型 摄像头	1	监视平台运行情况
16	小车架顶部	可变焦球型 摄像头	1	观察小车行走方向
17	前大梁防扭机构处	可变焦球型 摄像头	1	监视机构运行情况
18	集卡车道侧下横梁	定焦枪机	2	监视集卡车牌
19	集卡车道侧下横梁	定焦枪机	2	监视集卡落箱
20	司机室	定焦半球	1	监视司机室内情况
21	其他区域	待定	4	设计审查时确定

5.27.17 安全保证措施

系统应提供完整、严密的安全保证措施，安全保证措施中不应缺少如下所述内容：

(1) 当系统发生故障时，所有机构应立即停止运行，运行模式随即切换到远程（手动）作业模式；当急停按钮被按下时，所有机构立即停止运行并进入锁定状态，等待监控人员处理；

(2) 在自动运行模式下，当操作人员发现集装箱或者现场有异常情况时，可立即取得系统的控制权；

(3) 在任何操作模式下，均应保证足够的安全功能/措施以避免造成人身伤害和设备损

失，确保作业安全；

(4) 在设备上安装多个转换开关，用于对远程操作进行使能操作。当任何一个地方的转换开关切换到“远程操作禁止”时，那么远程操作功能将被强制断开，但不影响本地操作，只有两个转换开关全部切换到“远程操作启用”时，远程操作功能才可启用。此功能主要为了防止有人员在设备上做维保时，远程操作误启动造成安全事故；

(5) 自动控制系统增加了安全防护和联锁系统确保起重机在自动操作模式下的安全性。安全系统同时提供联锁系统和机械安全装置来禁止闲人获得进入起重机区域或室内工作区域以免造成一些由于在远程操作模式下机器位置移动造成的潜在危险。

(6) 机房内设置红外探测器报警、一旦人员进入危险部位，系统发出报警。

5.27.18 其他要求

(1) 所安装的设备设施应满足码头实际作业要求，如测距设备、传感设备、摄像装置等室外设备的防护等级，不应低于 IP56；

(2) 本项目自动化系统的需求确定自动化控制系统方案及相关设备种类（包括网络交换设备、服务器以及其它设备）、数量等，须采用工业级设备。投标方须设计详细的自动化信息系统的软硬件方案，方案以及硬件的品牌、型号须经用户认可；

5.28 外购配套件和外协件

序号	名称	配套厂家
1	电机	安川、ABB、西门子
2	减速机	南高齿、弗兰德、SEW
3	夹轮器	西伯瑞、多福、科耐磨
4	机上电缆、通讯电缆	华通、远东、上海名耐
5	上机电缆、吊具电缆（原装进口）	意大利阿里斯顿、德国普睿司曼、法国耐克森
6	低压电器	安川、ABB、施耐德
7	电机轴承；卷筒轴承；小车、大车车轮、水平轮轴承、滑轮轴承	NBI、FAG、SKF
8	其他轴承	哈、瓦、洛
9	变频器	安川、ABB、西门子

10	变频电缆卷筒、中心集电器	常州常迪、宁波伟隆、常州基腾
11	钢丝绳	法尔福、卡萨、迪帕
12	滑轮	无锡新华、上海振华、海之杰
13	集装箱吊具	上海振华、无锡华东、常州南港
14	吊具润滑	NBI、林肯、格林菲尔德
15	液气缓冲器	上海辽清缓、抚顺顺启、泉州鸿港
16	油漆	立邦、国际、巴斯夫
17	PLC	安川、西门子、ABB、AB
18	编码器	堡盟、林德、倍加福
19	电控集成	安川、ABB、AB
20	超载限制器	凯诺电气、梅特勒托利多、赫思曼
21	灯具	中科芯鹏、菲尼克斯、MUSCO
22	司机室、电气室	常迪电气、浙江正起、河南正乐
23	智能润滑系统	NBI、格林菲尔德、鸿锦科技
24	视频监控系统	泛海巨涛、迈高、博世
25	摄像头	海康、大华、宇视
26	大车防撞	宜昌鸿锦、国泰星云、Hokuyo
27	空调	三菱电机、格力、松下
28	小车拖令	康必特、赫杰姆、康稳
29	变压器	常州特种变、三变科技、武汉华兴
30	智能远控	海睿未来、ABB、西门子
31	船型扫描系统	国泰星云、天津正升、海睿未来
32	防吊集卡、防砸车头系统	国泰星云、天津正升、海睿未来
33	集卡对位	国泰星云、天津正升、海睿未来

34	OCR 识别系统	安维尔、顶视、首汇
35	RFID	捷讯联、Alien、英频捷
36	消防系统	山东中道、Firetrace、欧姆龙
37	高压开关柜	常州常迪、上海华博、常州基腾
38	关键点振动监测系统	光格科技、泛泰克斯、利维智能
39	防雷保护装置	Citel、普泰电气、深圳泽大
40	智能化 3D 扫描系统(2D 激光雷达+云台)	SICK 西克、倍加福、劳易测
41	门禁系统、IP 电话	思戈、港久、世邦
42	交换机	科利斯曼、赫斯曼、思科
43	轨道压板	GANTREX、GANTRAIL、LINDAPTER
44	超声波风速仪	宜昌凯诺、杰瑞、海洋王
45	制动器	西伯瑞、多福、科耐磨
46	吊具防摇、防扭系统	安川、ABB、AB
47	吊具姿态检测系统	安川、ABB、AB
48	起升、大车、小车定位	由远控系统厂商集成
49	联轴器	西伯瑞、多福、科耐磨
50	缓冲器	OLEO、LEBEN、WEFORMA
51	车轮、轴等锻件	江苏顺奕、上海振华、上海觅儒
52	远程控制台	上海知维、布瑞达 Brieda、摩非 Merford
53	2D 激光雷达	HOKUYO 、LASE 、P+F

54	联动台	上海知维、布瑞达 Brieda、摩非 Merford
55	防风拉索	无锡新华、上海振华、常州平岗

投标人提供多家同档次分包商品牌及主要部件/外购件清单供招标人择优选用。最终配套件品牌由招标人技术评审后，买卖双方共同签字确认。

招标人要求的起重机主要零部件及外购件详见下表，包括但不限于下述部分，投标人应提供详细主要部件/外购件清单，最终由招标人确定。

5.29 备品备件及工具附件

(1) 随机备件备品(2台共需提供下列备品备件)

投标人应提供所推荐的常用备件一览表，应提供这些备件经销商的名单和地址，并说明交货时间和正常购买手续。

随机备品备件清单（包含在投标报价中）

序号	货物名称	规格型号	数量	单位	单价 (注明装运地点)	总价	产地和制造商	备注
1	起升制动片	同主机	2	付				
2	小车制动片	同主机	2	付				
3	大车夹轮器制动片	同主机	10	片				
4	吊具液压系统滤芯	同主机	2	只				
5	油嘴	同主机	20	只				
6	小车终点极限限位	同主机	4	个				
7	小车减速限位	同主机	4	个				
8	锚碇限位	同主机	4	个				
9	断路器 (低压柜内)	同主机	4	只				
10	低压主接触器	同主机	2	只				

11	接触器 (主接触器除外)	同主机	4	只				
12	继电器	同主机	4	只				
13	热保护继电器	同主机	4	只				
14	按钮开关 (各操作箱)	主机各型号	各 2	只				
15	指示灯泡 (各操作箱)	主机各型号	各 1	只				
16	CPU 模块	主机各型号	2	块				
17	模拟量输入模块	主机各型号	2	块				
18	通讯模块	主机各型号	2	块				
19	电源模块	主机各型号	2	块				
20	输入输出模块	主机各型号	各 2	块				
21	操作手柄	主机各型号	各 1	只				
22	吊具开闭锁传感器	同主机	4	只				
23	吊具锁头	含锁套	4	只				
24	吊具上架锁头	含锁套	4	只				
25	制动器摩擦片	每种 2 套	2	套				
26	滑轮轴承	每种 2 个						
27	液压站滤芯	每种 2 个						
28	液压油管接头	每种 2 根						
29	变频器交流熔断器	每种型号 2 个						
30	变频器直流熔断器	每种型号 2 个						
31	小车轨道压板	每种 2 套, 压板						

		螺栓配 10套						
32	润滑油脂	各机构用的各类润滑油脂应提供2台机1一年的维保用量	1	年				
33	吊具摩擦垫块	每套含吊具所有摩擦垫块	2	套				
34	联轴器橡胶件		1	套				
35	滑轮轴承	每种2个						
36	工业交换机	同主机	1	台				
37	负载位置检测装置光源	同主机	1	套				
38	无线遥控器	同主机	1	套				
39	制动器限位	同主机	2	套				
40	吊具限位(每种规格)	同主机	3	套				
总计(列入投标一览表)								

(2) 应提供不少于下列的检验调试用的仪器、仪表(2台共需提供下列仪器仪表):

序号	货物名称	规格型号	数量	单位	单价 (注明装运地点)	总价	产地和制造商	备注
1	电动液压千斤顶	200吨	1	只				
2	光纤熔接机	日本原装进口藤仓87s+光纤熔接机+原装CT50	1	个				

		刀						
3	手持电动扳手		1	套				
4	常用套筒	带棘轮	1	套				
5	重型套筒	带扭力扳手	1	套				
6	便携式数字万用表	fluke F17B+	2	只				
7	钳形电流表	fluke 381	1	只				
8	维修 150 件套		1	套				
9	梅呆棘轮扳手 8~27		2	套				
10	双头呆扳手 5.5~32		2	套				
11	150 活动扳手		2	把				
12	300 活动扳手		2	把				
13	450 活动扳手		2	把				
14	内六角扳手 1.5~18		2	套				
15	游标卡尺	200	1	只				
16	200A 直流焊机	配套焊把线 50 米	1	台				
17	带锁工具柜维修台	上装台虎钳	1	个				
18	机械千斤顶	25 吨	1	只				
19	手锤	4 磅	1	把				
20	大锤	8 磅	1	把				
21	双头撬杠	60 厘米	1	把				
22	双头撬杠	1.5 米	1	把				
23	电烙铁	15W	1	把				
24	电烙铁	30W	1	把				
25	便携应急灯	持续照明不小于 5 小时	2	只				
26	大功率电	与设备	1	套				

	动打油机	配套						
27	专门配套的油枪	与设备配套	1	套				
28	便携式钢丝绳检测仪	TCK. W-BX55-4G	1	套				
29	轴承振动冲击测量仪		1	台				
30	测量钢丝绳、绳轮、绳鼓及小车滚轮等磨损限度的工具		1	台				
31	微机继电保护测试仪	ZT-JB300	1	台				
32	直流高压发生器	ZGF-60/3mA	1	台				
33	液压压线钳	16-240	1	套				
34	电子兆欧表	克列茨 KEW3025A	1	台				
35	无刷电动扳手（电风炮）（套头全套）	德力西等同 等品牌	2	套				
36	大扭力插电电动扳手风炮		2	套				
37	充电式无刷角磨机		2	套				
38	充电式无刷电钻		2	套				
39	插电单把角磨机		2	套				
40	电动电葫芦 220V	1t、3t、5t 三种型号	2	套				
41	螺旋千斤顶齿轮式手摇	3.2t、5t、 10t 三种型号	3	套				
42	管钳	世达 10 寸、 14 寸、24 寸	2	套				

		三种型号						
43	重型梅花扳手		2	套				
	重型敲击梅花扳手		2	套				
44	高压绝缘工器具	10kV 包括： 安全工器具柜、高压绝缘靴、高压绝缘手套、高压验电器、高压接地线等	2	套				
45	小型扭力扳手		2	套				
46	手动套筒扳手		2	套				
47	65 倍高清激光水准仪	世达	2	套				
48	分离式液压起顶机		2	套				
49	魔顿吸尘器	803-100， 5500W 三电机手扶款 10 米软管	2	台				
50	丽标线号打印机	C-280T	2	台				
总计（列入投标一览表）								

所提供的工具和检测仪表应在附表中填写，上述工具均应分装在合适的铁制工具箱内。

(3) 可选备件清单

投标人应提供总价 1%的可选备件清单，包含在投标报价中。清单内的主要零部件至少包括：电机、减速机、制动器总成、滑轮、小车水平轮、液压油缸、泵、自动化传感器、各种型号的摄像头，投标人可增加清单内容。

可选备件清单详细程度及报价的竞争性将对招标结果产生影响，清单中所报价在设备验收后两年内有效，招标人有权在任一时段按清单中的报价进行选购。

序号	货物名称	规格型号	数量	单位	单价 (注明装 运地点)	总价	产地和 制造商	备注
----	------	------	----	----	--------------------	----	------------	----

总计（列入投标一览表）								

六、检验考核要求

6.1 检验

6.1.1 质量保证

(1) 投标人具有健全的质量保证体系，并提交一份全面质量保证计划，该计划包括质量保证程序、组织方式和所涉人员的资格证明及影响项目质量的各项活动如设计、采购、制造、运输、安装、调试和维护等的控制。投标人具有负责质量保证活动的专职人员。

(2) 质量保证计划保证明确下列各点：

- a. 设备出售者货源的检验和控制
- b. 所采购的设备或材料的技术文件的控制；
- c. 材料的控制；
- d. 特殊工艺控制；
- e. 现场施工监督。
- f. 列出质量见证点表和所处在制造时间阶段。

(3) 重要的见证和控制活动要有招标人的代表参加，且招标人有权参加分析并纠正与招标人要求不一致的活动。

(4) 设备的设计满足国家的有关标准、规范的要求，并充分考虑当地环境条件和使用条件的影响。

(5) 设备用材采用能满足其使用条件的优质材料，零部件或元器件的选择以技术先进、成熟可靠、安全耐用的知名产品为基本原则。绝不采用国家公布的淘汰产品。

(6) 投标人提出施工现场安装注意事项及安装质量保证方法。

6.1.2 设备工厂检验

(1) 工厂检验是质量控制的一个重要组成部分。投标人需严格进行厂内各生产环节的检查 and 试验。投标人提供的合同设备须签发质量证明、检验记录和测试报告，并且作为交货时质量证明文件的组成部分。

(2) 检查的范围包括原材料和元器件的进厂，部件的加工、组装、试验、出厂试验等。

(3) 投标人检验的结果要满足本技术规范的要求，如有不符之处或达不到标准要求，投标人要采取措施处理直至满足要求，同时向招标人提交不一致性报告。投标人发生重大质量问题时应将情况及时通知招标人。

(4) 工厂检查的所有费用包含在合同总价中。

6.2 安装、调试、试验和验收

6.2.1 安装

本工程为交钥匙工程。投标人在用户现场完成全部总装工作、并完成经招标人认可的全部工厂检验项目后，采用分成若干大部件运输的方式，运到码头进行现场安装。投标人应以文字形式向招标人说明大部件运输和在码头现场安装的详细具体方案。同时也应分别说明在工厂内和码头现场必须完成的检验项目。

招标人码头为内河码头，投标人应及时勘探现场，与设计院及招标人进行沟通，确定设备现场总装基本场地要求以及运输方式，投标文件中应制定详细的现场安装及运输方案，以保证设备安装进度及安装质量，方案的合理性及经济性将影响招标结果。

6.2.2 调试

在调试期间，对起重机的各运动，将进行带吊具和不带吊具以及带满载集装箱的试车，以证实各种限位开关，联锁开关、绝缘、保护电路和设备的工作情况已调整正确无误，并保证其性能完全符合技术规格的要求。

(1) 投标人负责准备调试、试验所需的工具、检测仪器、材料及人力。

(2) 调试分空载、轻载和满载三个阶段进行，起重机各机构分别进行单动及有关机构联合动作，每个阶段都有齐全的调试记录。

(3) 调试前对起重机进行一般性检查，内容包括：结构、机械传动、电气及控制系统、管线、电缆电线接头及线头标记、螺栓连接、润滑系统、吊具、钢丝绳卷绕系统、安全保护装置、检测监视系统、通信系统以及其他必需的检查。

(4) 调试检测项目包括：整机性能参数，金属结构、各工作机构、液压系统、润滑系统、电气及控制系统、安全保护装置、夹轨器、锚碇装置、集装箱吊具等。检查并记录有关温升、电流稳定值、峰值、齿轮啮合、密封、机械振动、噪声等环境指标参数，各机构的工作速度及加减速时间，装卸作业的标准循环时间，制动器性能、联锁、紧急停车、按钮、指示灯、警报器等动作的准确性，电力拖动性能，与控制系统的联锁和有关联系信号，变压器各种额定值及耐压、冲击荷载、主电路和控制电路的导通检测，每一线路对地绝缘

检查和高压耐压试验，钢丝绳及其卷绕系统，各螺栓连接部位的安全可靠性、金属结构的应力与变形情况等。

6.2.3 试验

试验前设备进行试运转，试运转性能良好并经检查后方可进行试验。

投标人按本技术规格书精心设计、制造和安装。为确保起重机质量，投标人按供需双方审定的标准规范和程序进行测试检验。所有测试检验项目都向招标人提交正式报告，测试检验不少于下列项目：

(1) 提供厂家钢材检验证明书，内容包括：尺寸、数量、重量、产品编号、力学性能试验、化学成分和起重机上的使用部位等；

(2) 焊缝超声波探伤及 X 射线检验；

(3) 钢丝绳检验；卷筒联轴器检验

(4) 高强度螺栓检验和抽检；

(5) 液压元器件（包括泵、阀、油缸、油马达）检验；

(6) 减速机各齿轮、轴、及箱体的检验；（材质报告，热处理报告，硬度、精度、啮合，间隙等），在制造厂空载试车试验；

(7) 制动器试验；

(8) 电动机—联轴器—制动器—减速机—钢丝绳卷筒等安装同轴度，水平度检查；

(9) 钢结构各部件制作质量检验；

(10) 钢结构总装过程检验；

(11) 高压供电电缆试验；

(12) 高压变电站继电保护测试检验；

(13) 变压器电压比、冲击载荷、铜损、铁损测试检验及投产前的交接试验；

(14) 交流电动机测试检验；

(15) 各机构电力拖动性能测试检验；（调速系统各种性能参数用光电记录仪测定）；

(16) 电气设备（包括电机、电缆、变压器、柜、箱等）的绝缘电阻和工频耐压测试；

(17) 高压回路和低压回路绝缘电阻和工频耐压测试；

(18) PLC 系统功能测试检验；

(19) 吊具按厂家提供的参数按有关标准进行测试。

当上述各项在试车中有一项或几项由于投标人原因不能达到所规定的指标和技术性能时，投标人应采取有效措施改正并进行第二次试车，第二次试车的全部费用由投标人支付。

当试车正常，能满足技术规格书及合同所规定的指标与技术性能，并向招标人提交所有调试，试车记录后，方可进行交机试验。

(20) 起升、小车、大车三个机构的保护装置测试（如过流、过热、短路、限位等）；

(21) 接地电阻测试；

(22) 主要电气设备抗干扰试验；

(23) 起重机涂装检验；

(24) 起重机主要尺寸检验，包括：门架净空高度、门腿间最小净距、起重机总宽度、小车轨道的直线度、小车轨道相对部位高度差（每 5 米测量），要求对轨距，小车架及车轮安装的质量进行测量；

(25) 无载荷试验，包括：确认主起升、小车、大车各终端限位功能和紧急停止功能，确认夹轮器功能、测定夹轮器动作时间；

(26) 起重机应进行空载、轻载和满载调试，做到连续无故障运行 8 小时以上；

(27) 其他试验

a. 对起重机负载动载试验，联动试验的各机构电动机电流电压温升测量、各机构工作速度、加（减）速度测量；

b. 起升机构恒功率调速性能测试；

c. 电机及电力拖动性能测试（可控硅变流系统各种性能参数用光电记录仪测定）；

d. 控制系统功能评定；

e. 变压器试验各项额定值、耐压、冲击载荷测试；

f. 电气设备的绝缘（电阻和耐压）测定；

g. 照明测试；

h. 机器室和电气室的噪音、温度测试；

i. 液压设备性能测试（压力、流量和温升等）；

j. 计量称重系统的试验；

k. 制动装置效果试验；

l. 粉尘测试；

m. 机内电话、无线对讲机、扩音器试验；

n. 机器房内修理起重机试验；

o. 安全保护装置、行程开关和联锁功能的试验。每个安全保护装置、限位开关和联锁功能都必须进行模拟试验，确认其动作正确、可靠。在起重机试运转期间，严格监视这些

装置的工作情况，以保证其性能符合合同的要求。

p. 超载保护系统的试验；

6.2.4 验收

分为初步验收和最终验收。

6.2.4.1 初步验收

(1) 供方负责在初步验收前取得招标人所在地特检所或主管部门出具的合格检验报告、质监部门颁发的使用许可证书，费用由供方承担。

(2) 起重机 16 小时连续操作试验

目的是检查电动机的温升和工作电流，各机构元件连续工作的可靠性，同时进行噪声测定。

起重机试运转试验时，吊具下起吊 50 吨的负荷集装箱。按照模拟循环作业程序试验。然后起重机大车行走 100 米并返回原处，在大车行走 100 米并回位后再重复以上操作一个小时，整个试车总时为十六小时。如果在十六小时试车内，因故障停机的总时间超过半小时（含半小时），或者相同故障重复出现，则认为运转试验为不合格。在此情况下应安排另一次运转试验。如果十六小时连续工作故障总时间小于半小时，即认为设备技术状态正常，可以交付招标人使用，作为通过初步验收条件之一，起重机投入试运行（对可能存在的不会影响起重机运行的遗留细小项目，允许供方在初步验收后进行整改）。

(3) 供方需提供证明“整个设备及系统”的所有权益转让给招标人的证明文件，说明“整个设备和系统涉及的所有构成部分”没有参与任何租赁、担保或涉及其他任何的债务。

6.2.4.2 最终验收

试运行 2-3 个月后，岸桥进行连续实船作业，需达到以下要求：

(1) MMBF 是岸桥可靠性指标，计算公式= $Moves/Number\ of\ Breakdowns\ of\ a\ Crane$ （在指定的运行周期内）

MMBF 要求达到每千个自然箱 2 次故障以下。

Moves 的定义：闭锁+起升+小车+下降+开锁+起升+小车+下降+闭锁（一个自然箱的循环作业流程）。

Breakdown 的定义：

由于电气，机械，液压，半自动化，远控系统和机上任意元器件导致远控岸桥故障停机，需有人员干预才能解决的事件

其中可复位的故障不属于 Breakdown，包括以下情况：

操作员可复位的故障，但是需在一定时间内需多次复位的故障判定为 breakdown，如：10 分钟内需复位 3 次，1 个小时内需复位 5 次，4 个小时需复位 10 次

操作员可旁路的故障触发的故障不影响 ARMG 操作效率。

次要故障（自动复位的故障）不计入；

5s 产生的故障，即使几个故障发生并仍然存在（这种情况多见于通讯故障），这里也算一个停机故障；

8 小时内重复的故障只算一个故障；

非工作情况下产生的故障不计入 MMBF；

起重机在非控制合的情况下发生的所有故障均不能加入 MMBF 的计算；

由于操作、维护不当或外部因素造成的停机故障，不能计入 MMBF 计算；

因机械或液压故障时间段内触发的电气故障（非实际电气故障，但 CMS 一般会进行统计），只按照机械或液压故障 1 次计算；

因要求没有规定哪些故障不计入，比如吊具故障一般单独考虑，不计入 MMBF；

一些特殊载荷，比如挂舱、超载、风速报警、制动器的手动打开等，不计入 MMBF；

辅助性报警及故障均不计入 MMBF，如大梁防撞、大车防撞/缓冲器限位，岸侧舷梯等警告故障等；机房行车锚碇位丢失、地舱盖的限位丢失等一些联锁保护提示；油温偏高、或者机房风扇等预警性的故障等均不计入 MMBF；。

能够在短时间内排除的故障不计入。由于操作或维修保养问题造成的问题。比如一些监测设备是码头自行安装的。TOS，ECS 的故障不计入。

短时间内排除的故障指：

①电气故障 20 分钟内能排除或解决的故障不计入；

②机械和液压故障 30 分钟内能排除或解决的故障不计入。

注：①②内的时间不包含路程等非维修时间。

(2) 码头岸桥需求效率 $25 \text{ MPH} = 120\text{s/cycle}$ （包括大车运行工况）；此效率指标为最终验收条件之一。

(3) 耐久性测试：在上述测试完成后，码头的全部岸桥应投入到实际集装箱连续操作中或岸桥连续 48 小时模拟操作额定集装箱负载的工作过程。

a. 耐久性试验的第一部分是按照招标人的要求执行仿真。耐久性试验的其余部分将根据预定义的工作清单自动化操作。这项测试由供方和招标人共同完成。

b. 在最先开始的 10 小时内，允许每次失败的时间不能超过 15 分钟，如果超过这个时

间，那么测试需要重新开始。当失败时间的总和达到一个小时，测试时间延长一小时。

c. 在第 11 小时到 24 小时之间，允许每次短暂中断造成失败最多 5 分钟。当中断时间的总和达到 15 分钟时，测试时间将延长一小时。在这一小时内不允许有进一步的中断。

d. 最后测试的 24 小时不能出现中断。发生中断时，测试要继续，一直持续到 24 小时操作没有中断为止。

e. 当最后的 24 个小时一直没有中断，供方确保故障已被消除，所有必要的修理和修改已全部完成。

(4) 失败的定义：

- a. 每个不能复位的故障被认为是失败
- b. 操作失误（如按下紧停按钮）不能视为失败
- c. 由于供方的失误导致故障视为失败

同时装卸效率不低于 25 自然箱/小时。以此作为通过最终验收的条件（对可能存在的不影响起重机运行的遗留细小项目，允许供方在验收后进行整改）。

供方向招标人提交规定的测试报告记录和检验证书，通过试车、检验合格，并按相关规定提供了所有的竣工资料，经招标人确认后，双方签署“最终验收证书”后，即为最终验收完毕。双方签署的“最终验收合格证书”日期即为交货日期。质保期从双方签署“最终验收证书”之日起计算。验收的依据是合同、招标文件、认可的标准规范、相关的检验证书等。完成下列内容：

a. 完成了合同规定的全部测试检验，设备的规格、性能、质量完全符合合同规定，投标人已向招标人提交全部测试检验的正式试验报告。

b. 验收前投标人提供有关检验证书及试验报告

①各种材料质检、试验报告，内容包括产品的编号、试验号、拉伸试验、弯曲试验、冲击试验及化学成份等分析；

②机电产品的出厂检验合格证书；

③高强度螺栓的试验报告；

④金属结构焊缝检验合格文件；

⑤装配质量的合格证书；

⑥涂漆的合格证书；

⑦投标人在制造厂已完成的其它测试检验项目报告；

⑧调试、试验的测试记录；

c. 提供本技术规格书规定的随机资料及有关设备附件。

d. 供方在验收前，按本规格书技术培训条款内容完成了相关培训内容。

6.2.4.3 当调试和试车正常，通过上述验收内容，起重机能满足合同规定的技术参数及技术性能，制造单位向招标人提交所有调试、试车记录，并向招标人提交产品合格证及各种应交付的书面文件（材料质保书、探伤报告、试验报告等）。该设备即可被视为最终验收，双方可签订最终验收证书。

6.2.4.4 当设备满足下列条件时，招标人为其签发验收证书：

(1) 在测试中发生的缺陷均已做修改或已承诺进行修改（提供修改时间表），并得到招标人认可。

(2) 投标人已按技术规格要求提交所有图纸、文件资料、手册。

七、设备包装、运输、储存

7.1 设备包装

投标人交付的所有货物保证符合《包装储运图示标志》（GB191）的规定，并具有适合长途运输多次搬运、装卸的坚固包装，不会造成运输过程中箱件破损，设备和零部件散失。根据设备本身和施工现场的特点，在包装上分别具有防雨、防潮、防冻、防霉、防锈、防腐的保护措施。设备运抵现场时，保证包装和防护完好，表面清洁，内无异物，零部件、装箱单和技术资料齐全。

设备应分类装箱并应遵循适于运输，便于安装和查找的原则。备品备件及专用工具单独装箱。

投标人保证在每件包装箱的两个侧面上，用不褪色的油漆以明显易见的中文字样印刷以下标记：

合同号、目的站、收货人名称、设备名称、机组号、图号、箱号/件号、毛重/净重（公斤）、体积（长×宽×高，以毫米表示）

凡重量为2吨或超过2吨的货物，在包装的侧面以运输常用的标记和图案标明重心、中心及挂绳位置，以便于装卸搬运。按照货物的特点，装卸和运输上的不同要求，包装箱上明显地印有“轻放”、“勿倒置”和“防雨”等字样。

每件包装箱内，附带下列文件，但不限于此：分件名称、数量、机组号、图号的详细装箱单、合格证、产品使用说明书、安装指示图。外购件包装箱内有产品出厂质量合格证明书、技术说明书各一份。

所有带坡口管子和管件的端口保证用保护盖或其他方式妥善防护。

设备包装前涂有防腐漆，以便在运输和储存中起防腐作用。投标人提供防腐保护的完整说明，包括清洗和涂层工艺及所有涂料的特殊说明。

其他未列事项见合同条款。

7.2 设备运输

本工程为交钥匙工程。投标人应创造条件在工厂内完成全部总装工作、并完成经招标人认可的全部工厂检验项目后，采用分成若干大部件运输的方式，运到码头进行现场安装。投标人应以文字形式向招标人说明大部件运输和在码头现场安装的具体方案。同时也应分别说明在工厂内和码头现场必须完成的检验项目。

经过铁路运输的部件，其运输尺寸和重量不应超过国家标准所允许的限界规定。长大部件在运输时必须垫平，防止运输变形，运输中严禁碰撞和摩擦以免损伤。其它运输方式、部件的运输尺寸和重量的限制，在授予合同后需买卖双方进一步协商确定。

7.3 储存

(1) 投标人应根据包装箱内所装物品的特性，提供安全保存方法。

(2) 投标人所供的备品备件及专用工具亦应有安全储存方法的说明。

(3) 投标人应派专职材料管理人员接收发运到现场的物料、配套件，制定相应明细表以及到件情况，应妥善保存发运到现场的物料，对因投标人保存不善造成的物料丢失影响设备安装进度，投标人将承担全部责任。

八、技术文件和设备的交付

8.1 一般要求

投标人提供的资料应使用国家法定单位制即国际单位制(语言为中文)，进口部件的外文图纸及文件应由投标人翻译成中文(免费)。

资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容正确、准确、一致、清晰完整，满足工程要求。

投标人资料的提交及时、充分，满足工程进度要求。在合同签订后 20 天内给出全部技术资料 and 交付进度清单，并经招标人确认。

投标人提供的技术资料一般可分为投标阶段，配合设计阶段，设备监造检验、施工调试试运、性能试验验收和运行维护等四个方面。投标人须满足以上四个方面的具体要求。

对于其它没有列入合同技术资料清单，却是工程所必需文件和资料，一经发现，投标人应及时免费提供。如本期工程为多台设备构成，后续设备有改进时，投标人也应及时免费提供新的技术资料。

招标人要及时提供与合同设备设计制造有关的资料。

招标人负责至电缆接线箱的供电线路的设计与施工。

投标人负责起重机的安装、调试。

投标人提供施工用的所有技术资料、图纸均应分别提供纸介质文件 10 份和电子版文本 3 份，投标及工程配合阶段所有电子版本均采用 64G 以上容量 U 盘提供，提供 10 份 U 盘版本的电子资料。

投标人在配合工程设计阶段应提供的技术资料为纸介质三套及电子文件。

8.2 资料提交的基本要求

起重机实际完工后，在招标人签署交工验收合格证书前，投标人应向招标人提供 8 套印刷良好，经招标人认可的整机竣工图、包括所有零部件加工图、外购件清单、图纸目录和相关的文件资料等全套资料，另付一份电子档光盘。文字采用中文。其费用由投标人支付。

竣工的设计计算文件：

(1)主要钢结构、构架各部分的计算载荷组合，各结点受力计算、疲劳计算，刚度计算以及各结点的位置示意图；

(2)整机用电的容量计算及各电动机的功率计算；

(3)起重机作业循环时间及各电动机发热计算；

(4)各钢丝绳受力计算；

(5)起升、小车横移、大车行走的制动力矩计算；

(6)起重机各种不利工况下的轮压计算；

(7)起重机稳定性计算；

(8)起重机锚碇计算；

(9)起重机防台风计算；

(10)各缓冲器计算；

(11)从动轮制动器制动力计算。

(12)润滑油(脂)与液压油的规格、型号与主要的物理、化学参数；

(13)维修、保养、检查的周期、项目、程序工艺和标准；

(14)提供故障指示系统的情况，并说明监测点的数量；

(15)主要材料的化学成分和机械性能；

(16)对机械、电气以及液压总成件做性能测试的标准和方法；

(17)全部的外购件、配件和易损件的清单，清单内注明型号、尺寸、装配位置、数量、图纸号码及制造商(包括零件手册)；

(18)由投标人制造的备件和易损件的清单。清单内注明装配位置、数量、使用材料和图纸号(包括零件手册)；

(19)保养、维修手册还应包括精确的故障查找说明，以使维修人员能准确、迅速地查处故障；

(20)被认可的检验和试验文件中规定的各种检验证书。

上述图纸和文件均应以 A4 标准幅面为标准装订成册，每册编有目录、外商提供的成册资料除外。

8.3 设备的交付

起重机（包括附件）的交货时间以商务文件为准（设备抵达交货地点时间）。交货地点为苏州内河港市港区白洋湾作业区江苏（苏州）国际铁路物流中心码头工程南港池一期工程集装箱泊位。

设备的交货顺序要满足工程安装进度的要求。

交货进度表如下：

设备交货进度表（根据招标人工期决定）

序号	设备/部件名称型号	发运地点	数量	交货时间	重量
1					
2					
3					

（注意：序号要与供货范围分项清单序号一致）

备品备件交货进度表

序号	设备/部件名称型号	发运地点	数量	交货时间	重量
1	备品备件	招标人码头	一批		

（注意：序号要与供货范围分项清单序号一致）

专用工具交货表

序号	设备/部件名称型号	发运地点	数量	交货时间	重量
1	专用工具	招标人码头	一批		

(注意：序号要与供货范围分项清单序号一致)

备品备件及专用工具随每台机组设备同时交货。

本交货时间为暂定计划，具体交货时间待合同谈判时确定，投标人应满足工程进度的要求。

序号要与供货范围分项清单序号一致。

九、技术服务和质保期服务要求

9.1 设计、设计联络会与设计审查（分为初审和终审）

9.1.1 设计

岸边集装箱起重机的设计和制造采用目前先进成熟的技术，由投标人负责设计、制造、运输、安装指导、调试、试验和验收等，属交钥匙工程。

9.1.2 设计联络会

有关设计联络会的计划、时间、地点和内容要求由供需双方协商确定。

a. 供方在合同签订后 7 天内应向招标人提交 8 套基本设计图纸、资料及有关说明，招标人在收到有关资料后组织基本设计审查会议，供方须派遣相关技术人员到招标人指定地点参加会议，所需费用由供方承担。

b. 招标人按技术规格书及合同的要求进行审查，如发现有关内容与要求不符，招标人提出修改意见，供方必须作相应修改并在最终设计审查时提交，直到招标人满意为止。

c. 质量保证手册：供方提供一份适用于本岸桥的质量保证手册，并在进行设计审查时征得招标人同意。质量保证手册包括说明供方在岸桥设计、采购、制造、安装和调试阶段以及自动化堆场测试阶段的质量保证措施和相应的记录表、所要进行的检验项目及其检验标准、以及进行此类检查和测试的时间、地点。

d. 设计审查修改意见须经双方确认，并形成会议纪要。

设计联络计划表

序号	次数	内 容	时间	地点	人数
1					
2					

9.1.3 详细设计审查

投标人在基本设计修改的基础上进行最终设计。最终设计审查不晚于基本设计审查后 7 天，时间地点由招标人确定，投标人须派遣相关技术人员参加。设计审查所需的交通、

食宿费用均由投标人承担。投标人应将详细设计文件（共 10 套，以 U 盘形式分目录整理）递交给招标人，在招标人收到资料后的一周内，由投标人组织详细设计审查。详细设计审查在投标人所在地进行，供方提供办公地点和办公用具，会议将根据有关标准和规范及技术协议对详细设计文件进行审查并形成审查意见。如发现设计内容不符有关要求，招标人有权提出意见，供方做相应修改。

详细设计审查符合招标人要求后，设备才能制造，但并不解除供方对设计的责任。

9.1.4 设计文件

详细设计审查前提供包括但不限于下列有关图纸资料

- (1) 起重机总布置图；
- (2) 小车总布置图；
- (3) 机器房总布置图、电气房布置图；
- (4) 门架结构图；
- (5) 主梁结构图；
- (6) 前臂结构图；
- (7) 上架装配图；
- (8) 吊具装配图；
- (9) 起升机构总装配图；
- (10) 小车机构总装配图；
- (11) 起重机行走机构总装配图；
- (12) 起升钢丝绳缠绕图；
- (13) 小车牵引钢丝绳缠绕图；
- (14) 锚碇装置装配；
- (15) 夹轮器装置总成图、各安全保护装置布置图（附安全保护装置结构原理、载荷限制器的构造图）；
- (16) 电缆卷筒总装配图；
- (17) 小车牵引钢丝绳张紧装置；
- (18) 小车电缆拖动装置结构装配图；
- (19) 供电电缆接线箱和导向轮系结构；
- (20) 梯子、走道和平台总布置图；
- (21) 润滑系统布置图、润滑点及润滑管理布置图

- (22) 液压系统管路布置图、各液压装置的原理图、管路图及元件的布置图；
- (23) 起重机运输工艺方案、现场安装工艺方案，从其他厂商购买的总成件的样本及有关技术资料；
- (24) 吊具前后倾、左右倾和水平旋转装置结构图；
- (25) 吊具自动防摇、自动防扭方案；
- (26) 机上供电线路图；
- (27) 电器设备电气原理图及控制系统回路图、单线图、电缆线管线槽布置图；
- (28) 小车、机房和电气控制室的布置图、电控盘板面布置图；
- (29) 控制柜、配电盘接线端子图；
- (30) PLC 的硬件配置图、详细的硬件接线图；
- (31) PLC 系统的功能原理图
- (32) CCTV 视频监控系统方案
- (33) 集卡自动定位系统方案
- (34) 智能理货系统方案；
- (35) 远程自动化控制系统详细方案；
- (36) 船型扫描方案；
- (37) CMS 系统方案；
- (38) 整体照明系统方案；
- (39) 智能润滑方案；
- (40) 起重机平均作业循环时间的计算；
- (41) 稳定性和轮压的计算；
- (42) 缓冲器、夹轮器、锚碇装置设计计算；
- (43) 提供设计、制造、安装、试验和验收过程中相关的规范和标准；
- (44) PLC 手册（包括硬件说明）、指令表、编程器的操作指南；
- (45) 安装、工艺、制造进度、验收大纲；
- (46) 钢丝绳的设计计算；
- (47) 主要机构的动力计算（包含电动机功率和发热、减速器、制动器、联轴器的计算）

9.2 现场技术服务

供方要派合格的、能独立解决问题的现场服务人员，确保所供设备安全、正常投运。

供方提供的包括服务人员人天数等的现场服务表应能满足本工程需要。如果由于供方的原因，下表中的人天数不能满足工程需要，招标人有权追加人天数，且发生的费用由供方承担；如果由于招标人的原因，下表中的人天数不能满足工程需要，招标人要求追加人天数，且发生的费用由招标人承担。

供方服务人员的一切费用已包含在合同总价中，包括诸如服务人员的工资及各种补助、交通费、通讯费、食宿费、医疗费、各种保险费、各种税费等。

现场服务人员的工作时间应满足工程现场安装要求。招标人不再因供方现场服务人员的加班和节假日而另付费用。

未经招标人同意，供方不得随意更换现场服务人员。同时，供方须及时更换招标人认为不合格的供方现场服务人员。

下述现场服务表中的天数均为现场服务人员人天数。

现场服务计划表（格式）

序号	技术服务内容	计划人天数	派出人员构成		备注
			职称	人数	

在下列情况下发生的服务人天数将不计入供方现场总服务人天数中：

a. 由于供方原因不能履行服务人员职责和不具备服务人员条件资质的现场服务人员人天数；

b. 供方为解决在设计、安装、调试、试运等阶段的自身技术、设备等方面出现的问题而增加的现场服务人天数；

c. 因其他供方原因而增加的现场服务人员。

供方现场服务人员应具有下列资质：

a. 遵守中华人民共和国法律，遵守现场的各项规章和制度；

b. 有较强的责任感和事业心，按时到位；

c. 了解合同设备的设计，熟悉其结构，有相同或相近机组的现场工作经验，能够正确

地进行现场指导；

d. 身体健康，适应现场工作的条件；

服务人员情况表

姓名		性别			民族	
政治面貌		学校和专业			职称	
工作 简 历						
单 位 评 价						

（注：每人一表）

供方现场服务人员的职责

a. 供方现场服务人员的任务主要包括设备催交、货物的开箱检验、设备质量问题的处理、安装和调试、参加试运行和性能验收试验；

b. 在安装和调试前，供方技术服务人员应向招标人进行技术交底，讲解和示范将要进行的程序和方法。在设备安装前，供方应向招标人提供设备安装和调试的重要工序和进度表，招标人技术人员要对此进行确认，否则供方不能进行下一道工序。经招标人确认的工序不因此而减轻供方技术服务人员的任何责任，对安装和调试中出现的任何问题供方仍要负全部责任；

供方提供的安装、调试重要工序表

序号	工序名称	工序主要内容	备注

注：此表内容在合同执行期间提供。

c. 供方现场服务人员负责全权处理现场出现的一切技术和商务问题。如现场发生质量问题，供方现场人员要在招标人规定的时间内处理解决。如供方委托招标人进行处理，供方现场服务人员要出委托书并承担相应的经济责任。

d. 供方对其现场服务人员的一切行为负全部责任；

e. 供方现场服务人员的正常来去和更换应事先与招标人协商。

招标人的义务

招标人要配合供方现场服务人员的工作，并在生活、交通和通讯上提供投标人便利。

9.3 质保期服务

投标人应提供至少 24 个月的整机质保服务，质保期自签署验收合格证书之日起至少 24 个月以上（以投标人投标文件中承诺的质保期为准）。

如在质保期内发现材料、工艺或设备制造缺陷，或这些缺陷在质保期可能恶化，投标人应承担费用进行修理直至修好。

质保期内故障反应时间，投标人在招标人通知后 1 个小时内做出响应，并在 4 小时内做出所有维修安排。除非有其他不可抗力因素，投标人应于接到招标人通知之时 36 小时内恢复设备。

如质保期内设备故障修理时间超过 36 小时或双方一致同意的时间，应视为事实上缩短了设备的质保期，质保期应就超过 36 小时的设备故障天数做相应延长。

如果某些易于磨损的部件寿命短于招标人现有类似设备上的同类元件，投标人应免费更换质量相当于招标人已有设备上的元件的新品。如果元件周期短是由于设备及设备缺陷所致，投标人应重新设计并对设备进行整改以确保元件的使用寿命。

24 个月质保期过后，投标人仍应对设计、建造或材料方面的重大缺陷负责。

投标人应确保主要电气元器件性能可靠稳定，并提供必要的质保期。

部件	质保期	备注
整机	2 年	
主机构电机	3 年	
辅助电机	3 年	
功率单元（除熔丝）	3 年	
主令手柄	3 年	
夹轮器油缸	5 年	
风速仪	5 年	
投光灯	5 年	
CCTV 摄像头及支架	5 年	
拖令系统	10 年	
整机油漆	10 年	
起升机构轴承使用寿命	50000 小时	

小车机构轴承使用寿命	50000 小时	
大车机构轴承使用寿命	6300 小时	
上述未提及的辅助系统、外购系统、随机备件、工属具等保修期均与整机相同。投标人在投标时可以优于以上质保期的要求。		

在质保期内，元器件发生问题，需免费更换或维修，经修理和更换零部件后，应保证性能符合合同要求，所更换的元器件质保期应重新自运转之日算起。在质保期外，元器件发生问题，需能及时提供维修支持。

9.4 伴随服务

(1)实施或监督所供货物的现场组装（安装）、调试和（或）试运行；
(2)提供货物组装（安装）和（或）维修所需的工具及满足两年生产所需的备品备件。
(3)供方应向招标人提供各阶段的资料与图纸；交工验收前提交所供货物的技术文件纸质版 8 套，PDF 电子版 1 套；包括但不限于下列所列文件图纸或服务指南等；供方承诺向招标人提供关键部位维修、保养 CAD 图纸（具体图纸双方协商确定）。

- 1) 起重机总装图；
- 2) 主要钢结构及小车构架的结构图；
- 3) 起重机结构件应力云图或光盘及报告；
- 4) 起升、小车横移的钢丝绳缠绕图以及钢丝绳型号、规格、长度；
- 5) 前臂梁安全锁钩装置的装配图及其易损零部件的加工图；
- 6) 前臂梁机构的装配图及其易损零部件的加工图；
- 7) 小车驱动机构装配图及其易损零部件的加工图；
- 8) 能表明小车上各装置结构及其相互关系和尺寸的小车布置图及易损零部件加工图；
- 9) 起升机构装配图及其易损零部件的加工图；
- 10) 吊架装配图及其易损零部件的加工图；
- 11) 吊具左右倾、前后倾、旋转装置的装配图及其易损零部件的加工图；
- 12) 吊具装配图及其易损零部件的加工图；
- 13) 大车运行机构装配图及其易损零部件的加工图；
- 14) 锚碇装置及防台固定装置的布置图、结构图；
- 15) 吊钩梁装配图、超高箱吊架、旋转吊架装配图；
- 16) 夹轮器装配图；
- 17) 高压电缆卷筒装配图、吊具垂缆动力卷绕装置装配图；

- 18) 机房内设备布置图;
- 19) 整机电气原理图 (白图);
- 20) 整机动力布线图;
- 21) 电气设备、部件、大车行走架布置图;
- 22) 电气线槽和线管布置图;
- 23) 电气接线图 (白图);
- 24) 控制电路、模块功能及其接线说明, 接插件板的原理图 (白图);
- 25) 调速系统的调较检测点的参数及其波形特性图;
- 26) 小车电缆拖动装置原理图、结构图及其易损零部件的加工图;
- 27) 各液压装置原理图及其元件布置图、管路图和易损零部件的加工图
- 28) 起重机润滑点及管路布置图;
- 29) 梯子、通道及平台图;
- 30) 从其他厂商购买的电气、液压元件及零件的样本、使用说明、保养和修理手册及生产厂商的资料;
- 31) 完整的电气及电子电路图;
- 32) 其他保修用的易损件图。
- 33) 所有现场施工图纸
- 34) 关键部位维修、保养 CAD 图纸

资料:

1 起重机说明书

- 1) 外形简图;
- 2) 性能参数;
- 3) 机构结构的详细说明;
- 4) 电控部分的详细说明;
- 5) 液压系统说明;
- 6) 吊具说明

2 司机操作手册

- 1) 司机责任表;
- 2) 操作方法、程序;
- 3) 安全操作注意事项。

3 维修手册

- 1) 定期保养、修理日程表及任务；
- 2) 主要部件的拆装步骤，钢丝绳更换工艺；
- 3) 主要机构吊装工艺；
- 4) 调整方法及数据；
- 5) 维修工作的注意事项；
- 6) 故障排除图表；
- 7) 润滑方式；
- 8) 电气软硬件使用维护手册；
- 9) 竣工的设计计算文件；
- 10) 随机易损图，电气原理图，液压原理图，说明书；

11) 被确认的检验和试验文件中所规定的各种检验证书、检查记录、安装记录、调试和测试记录和报告及其动态性能曲线等。供方向招标人提交整机的技术监督局特检院的安全使用许可证。

12) 维修检修示范视频（此项不要求投标人必须提供，如能提供可单独报价）
主要部件的维修检修示范视频，如制动器维修、齿轮箱检修、润滑保养等。

13) 结构动漫动画制作（此项不要求投标人必须提供，如能提供可单独报价）
主要机构的动画动漫展示，如小车装配、制动器装配、齿轮箱装配、小车水平轮装配等。

14) 在双方商定的一定期限内对所供货物实施运行监管、维护、修理，但前提条件是该服务并不能免除供方在合同保证期内所承担的义务；

15) 供方应为其供应的设备在质量保证期内免费提供维修、保养、修理和储存备件的服务。

16) 供方还应免费为招标人提供其所供应的设备操作人员培训工作，由此所发生的培训费、教材费等一切为人员培训所发生的费用均含入供方的单价与合价之中。技术培训计划和内容包括但不限于下表要求：

技术培训计划和内容

序号	培训对象	培训内容	计划培训月数	培训教师构成		地点
				职称	人数	

1	招标人操作人员	<p>对招标人操作人员进行设备系统性能、技术原理、操作使用方法和维护管理等培训，包括但不限于以下要求，并提供教材。</p> <p>(a) 启动程序的指导和亲手培训；</p> <p>(b) 照明控制的指导；</p> <p>(c) 正常装卸驾驶室操作的指导和亲手培训；</p> <p>(d) 正常关机程序的指导和亲手培训；</p> <p>(e) 紧急设备的指导；</p> <p>(f) 紧急停车按钮；</p> <p>(g) 逃离路线；</p> <p>(h) 消防设备；</p> <p>(i) 通讯。</p>	2	工程师	2	现场
2	招标人技术人员	<p>对招标人技术人员进行相关的技术培训，包括但不限于以下要求，并提供教材。</p> <p>(a) 启动和停车程序的指导和亲手培训；</p> <p>(b) 所有装置（电气和机械人员分开）的指导和说明；</p> <p>(c) 设备启动程序的所有装置和系统的检查点的指导；</p> <p>(d) 设备电气/电子控制系统的调节方法/标准和课堂的上机讲座；</p> <p>(e) 设备机械/液压系统的调节方法/标准和课堂的上机讲座；</p> <p>(f) 设备状态监测系统的课堂讲座；</p> <p>(g) 故障查找和修理指导；</p> <p>(h) 紧急设备的指导；</p> <p>(i) 紧急停车按钮；</p> <p>(j) 逃离路线；</p> <p>(k) 消防设备；</p> <p>(l) 通讯。</p> <p>(m) 各种装置的日常保养和预防性保养计划的指导，包括专用工具、测量用具的说明</p> <p>(n) PLC 系统编程组态、系统故障分析处理及变频器驱动培训</p> <p>(o) CMS 软件应用培训方法：采用理论讲课及实际操作相结合的方式。</p>	2	工程师	4	现场

17) 通过培训，操作人员应能掌握岸边集装箱起重机的操作和简单的维护修理排故。技术人员应能较熟练地应用各种仪器来排除设备的各类故障，进行较复杂的保养和修理。

18) 供方应选派称职的、有丰富经验的技术人员进行技术培训。应提供培训讲义（每人一套）。培训方法采用理论讲授与现场演示相结合的方式。现场培训应结合安装、调试进行。供方制定的培训大纲和编写的培训教材应在培训前半个月提交招标人认可。

19) 在设备投产的初期 12 个月，供方将派 2 名以上技术人员（机械、电气自动化工程师至少各 1 人）驻现场进行 24 小时监护性服务，以便帮助招标人掌握设备安全操作和排除故障技术。技术人员的选择由招标人从到现场服务且有 2 年以上调试经验的技术人员中选择，投标人不得以任何理由拒绝招标人选择的保产技术人员。

20) 质保期满后，在接到招标人故障维修电话或书面函后，供方在 48 小时内提供处理意见和技术支持，若招标人有实际需要，投标人应优惠向招标人提供产品维修所需的零、配件。

供方应按照“合同条款”与“技术规格书”中的规定提供所有服务。为履行合同要求的伴随服务的报价应包括在合同总价中。

9.5 培训服务

9.5.1 培训要求

(1) 在起重机正式验收交付使用前，投标人应组织提供培训课程，以帮助招标人操作、工程和 IT 人员能够正确、安全、有效使用起重机包括自动化和远程操控系统。包含投标人或配套产品方场地（场外）、招标人场地和设备现场（场内）的培训。

(2) 投标人应选派称职的、有丰富经验的专业人员作为培训导师，不得完全依赖没有培训经验现场调试人员。

(3) 单机控制系统、自动化系统、远程操控系统及部分特殊产品培训课程应包括课堂讲座和起重机和/或投标人为培训目的提供的模拟器进行实际操作课程。

(4) 每个培训课程/模块应包括书面和实践评估。投标人或培训师组织应向成功完成培训课程并通过评估的每位候选人颁发培训证书。

(5) 每个培训课程/模块应进行视频录制，并应向招标人提供四份存放高清视频的移动硬盘形式的培训视频，以供将来的维护培训之用。

(6) 培训使用的语言和资料应为中文。

(7) 培训大纲、模块和时间表应在培训课程开始前与招标人讨论并获得批准。

(6) 场外和场内培训所产生的所有费用均由投标人承担。

9.5.2 场内培训

9.5.2.1 起重机操作员培训

(1) 投标人应在招标人现场对招标人起重机操作员进行起重机操作员培训。

(2) 培训方法:采用理论讲课及实际操作相结合的方式。

(3) 投标人应提供至少 4 次课堂培训。每次课堂培训应至少 2 个工作日。

(4) 投标人应至少提供 4 次实践培训。每个实习培训课程最少应为十二个工作日。实习培训时使用的船只由码头负责安排, 培训内容包括但不限于如下内容:

i. 岸桥启动程序的指导和实践训练。

ii. 在遥控中心的起重机和远程单机操作台上, 对正常集装箱装卸作业的指导和实际操作培训。

iii. 不同操作方式的指导和实践训练。

iv. 正常停机程序的指导和实践训练。

v. 关于紧急情况下使用设备的指示。

vi. 每个培训课程应包括书面和实际评估。承包商或培训师的组织应向成功完成培训课程并通过评估的每个操作员颁发培训合格证。

vii. 投标人必须完整提供中文版本的操作培训手册和说明书为系统作出综合描述, 包括但不限于半自动和远程操作系统、实时监控系统、操作信息系统, 并附图解及/或照片说明。

9.5.2.2 工程技术人员培训

(1) 投标人应在招标人现场对招标人工程技术人员进行技术和维护培训。

(2) 培训方法:采用理论讲课及实际操作相结合的方式。

(3) 投标人应提供机械、结构、液压、单机控制系统、自动化系统、远程操控系统及重要应用的培训。

(4) 投标人应提供至少 4 次课堂培训。每次课堂培训应至少 3 个工作日。

(5) 投标人应至少提供 4 次实践培训。每次实践培训至少 2 个工作日。

9.5.2.3 IT 技术人员培训

(1) 投标人应在招标人现场对招标人 IT 技术人员进行培训。

(2) 培训方法:采用理论讲课及实际操作相结合的方式。

(3) 投标人应提供至少 4 次课堂培训。每次课堂培训应至少 2 个工作日。

(4) 投标人应至少提供 4 次实践培训。每次实践培训至少 2 个工作日。

9.5.3 场外培训

招标人会安排工程技术人员 8 人次到投标人所在地和投标人制造基地（含配套厂商）进行为期 10 天的单机控制系统、自动化系统、远程操控系统及部分特殊产品或应用的深度培训。招标人安排的人员在培训期间产生的正规来回交通费用、食宿费用由投标人负责，培训期间产生的培训相关费用均由投标人承担。

十、质量控制、安全管控、工期、考核要求

10.1 监理和质量控制

(1) 为保证施工质量和工程进度，投标人应接受招标人或者委托的 2-4 名监理到投标人制造厂（包括外购配套件的生产厂商）内，对设计、制造、安装全过程的制造材料、工艺、加工质量及工程进度等进行监造。监造期间，招标人委派的技术人员产生的交通、食宿费用均由投标人负责。

(2) 招标人作出的任何检验结果并不减投标人保证起重机良好性能的责任和义务。

(3) 投标人应为招标人提供各项方便，密切配合招标人的工作，并提供相应的检测仪器、工具，提供适当的办公场所和办公设备，提供必要的图纸资料。如发现设备制造中不符合本技术规格书和有关规范、标准，招标人有权要求投标人采取措施改进。投标人应修改和调整一切缺陷和不符合之处。由于投标人工艺和质量控制不良而导致的额外检测费用及重复检测费用，以及由此引起的延期完工费用均由投标人承担。

10.2 质量要求

(1) 本项目要求按照 ISO 9001 标准管理，投标人必须按 ISO9001 标准建立一个质量管理体系并严格按照该体系执行。

(2) 在进行设计审查时，投标人应编制一份适用于本起重机的质量保证手册，并征得招标人同意。质量保证手册应包含设计、采购、制造、组装、安装、调试阶段的质量保证措施，包括相应的记录表式和采用的检验项目和验收标准，以及进行此类检查和测试的建议时间和地点。

(3) 投标人应向招标人提报月度进度报告。月度报告必须包含：制造、安装、配套及零部件的检测、物资采购各阶段详细的进度报告。报告应包含偏离计划之处及其原因解释和解决措施。

(4) 未经招标人书面同意，投标人不得将本合同或者合同任一部分（包括安装）制定、

转包或分包给任何人。设备的生产制造应在投标人的注册的生产加工厂区进行。经书面允许的指定、转包或分包不减免投标人对合同及工程完工所负的责任，投标人始终是合同正确执行和设备性能可靠的唯一负责人。

(5) 设备加工制造及安装过程中，当技术规格书、招标澄清、会议纪要、经审定的图纸等有效文件之间产生矛盾时，以时间较迟的为准，当标准、行业规范、经审定的图纸等有效文件之间产生矛盾时，以招标人认为标准较高的文件为准。

(6) 对于技术规格书和图纸中均未作出明确表述的细微部件和内容，将根据合同条款，判断该细微部件和内容是否应明显包在合同中，或是对设备完工是否明显必须，且投标人将提供合履行所有这些必需部件或内容，而不索取任何附加费用。

10.3 出厂要求

(1) 设备的关键部件及配套件应在制造厂完成相关测试及试验，经招标人验收认可后方可出厂发运现场。

(2) 设备在第一个部件发运现场前 3 个月，投标人应向招标人提供以下资料：

(a) 整机运输及全部安装工艺，招标人应给予支持配合；

(b) 试车大纲文件；

(c) 现场测试、实验记录用表格。

10.4 安全管控要求

(1) 无论在任何地点，招标人代表由于进行与合同有关的设备检验和测试而致伤亡，投标人应负全责，并使招标人免受由此引起的一切费用责任以及诉讼，投标人应就这些伤害进行投保。

(2) 投标人必须采取所有的有效措施，并严格按照国内有关操作、安全、噪音、防暑等规定，保障工作人员、代理、分包商等在现场工作人员的安全和福利，投标人必须承担所有措施的费用。

(3) 投标人在码头安装、测试应遵守以下规则：

a) 应提供相当数量的合格的现场指导人员，随时在场确保工作的顺利开展、工作按质量完成，并遵守各项安全、规范要求；

b) 现场必须服从招标人及监理的管理规定，必须设置护栏，安全牌板、指示牌；

c) 投标人必须确保工作人员完全了解安全规则、要求和做法，并使这些安全规则、要求得以严格遵守和执行；

d) 投标人必须向工作人员提供相应的安全防护用品如安全头盔、反光背心、安全鞋、手套等，并采取措施确保其在工作时使用这些防护用品；

e) 投标人施工人员在现场违反安全管理、环保管理、疫情防控管理规定被上级监察部门处罚的，应在开具罚单 3 日内足额缴纳罚款，如投标人拒绝缴纳将双倍从设备款中扣除。

(4) 在事故发生时，投标人必须：

a) 将所发生的事故（包括无人员伤亡的事故）及时报告招标人，同时也必须按有关规定向有关管理部门报告；

b) 委派专门处理事故的人员处理事故；

c) 及时调查事故原因和整改违反规范、安全的整改方案。

10.5 工期及考核要求

招标人能接受的最长工期以商务文件为主，并达到交机验收条件，实现远程自动化作业。投标人在投标文件中应详细列出工期时间表，至少包含机械结构全部到场时间、外购件全部到场时间、全部总装完成时间、电控系统调试完成时间、远控自动化系统调试完成时间、交机验收时间等里程碑事件。招标人将对投标文件中的工期时间表进行评价，该工期时间表的合理性将对竞标结果产生影响。投标人标书内承诺的里程碑事件时间节点将作为工期考核依据。每一个里程碑事件时间节点未按期完成的，投标人将受到处罚。

10.6 验收考核要求

在验收阶段，招标人将拿出合同额的 5%作为验收考核款，在设备投入试运行后连续 4 周内满足以下条件，招标人将向投标人支付验收考核款。

在远控自动化操作达到 25Mov/h 的作业效率（按照实船作业，由 TOS 及远控自动化系统的统计数据作为参考）。

设备的 MMBF（平均故障间隔时间）不低于 800。

附件 1 主要技术参数表

项目	数值	备注
吊具下额定起重量 (t)		
前伸距 (自江侧轨道中心计) (m)		
后伸距 (自陆侧轨道中心计) (m)		
江侧轨道至岸壁距离 (m)		
吊具下额定起重量 (t)		

起升高度 (m)	轨面上			
	轨面下			
起重机速度	起 升 (m/min)	空载 (仅载吊具)		
		额定载荷		
	下 降 (m/min)	空载 (仅载吊具)		
		额定载荷		
	小车 (m/min)			
	大车 (m/min)			
满载起升/下降加减速时间 (s)				
空载起升/下降加减速时间 (s)				
小车加减速时间 (s)				
大车加减速时间 (s)				
起重机轨距 (m)				
起重机基距 (m)				
轮距 (mm)				
轮数 (单腿/总轮数) (个)				
门架净空高度 (m)				
门架净空宽 (m)				
钢轨型号				
工作及非工作状态最大轮压 (KN)				
整机宽度 (m)				
理论设计单机效率 (自然箱/h)				
大车缓冲器中心高度 (m)				
电源	供电方式			
	电源电压			
	行走距离 (m)			
集装箱吊具	吊具额定载荷时前后倾角度			
	吊具额定载荷时左右倾角度			
	吊具额定载荷时回转角度			
	单独动作时间 (s)			

小车供电方式		
起重机工作等级		
结构		
利用级别		
载荷情况		
工作级别		

附件 2 附图

附图一：装卸工艺平面布置图

附图二：集装箱装卸桥预埋件布置图

以上均由招标人提供相关电子版招标图纸及资料。

附件 3 投标人技术附表

所有附表均由投标人在标书内填写，作为技术评标的重要参考依据。

(1) 岸桥自动化系统架构总图

(2) 远程操控系统架构图

(3) 网络通信架构图

(4) LCMS/RCMS 网络图

(5) 视频监控系统设备及功能表，投标人应提供一套完整性的视频监控系统方案满足远控及检修使用。

序号	摄像头位置	数量	摄像头类型	摄像头作用

配套件清单表

序号	名称	配套厂家
1	电机	
2	减速机	

3	夹轮器	
4	机上电缆、通讯电缆	
5	上机电缆、吊具电缆（原装进口）	
6	低压电器	
7	电机轴承；卷筒轴承；小车、大车车轮、 水平轮轴承、滑轮轴承	
8	其他轴承	
9	变频器	
10	变频电缆卷筒、中心集电器	
11	钢丝绳	
12	滑轮	
13	集装箱吊具	
14	吊具润滑	
15	液气缓冲器	
16	油漆	
17	PLC	
18	编码器	
19	电控集成	
20	超载限制器	
21	灯具	
22	司机室、电气室	
23	智能润滑系统	
24	视频监控系统	
25	摄像头	
26	大车防撞	

27	空调	
28	小车拖令	
29	变压器	
30	智能远控	
31	船型扫描系统	
32	防吊集卡、防砸车头系统	
33	集卡对位	
34	OCR 识别系统	
35	RFID	
36	消防系统	
37	高压开关柜	
38	关键点振动监测系统	
39	防雷保护装置	
40	智能化 3D 扫描系统(2D 激光雷达+云台)	
41	门禁系统、IP 电话	
42	交换机	
43	轨道压板	
44	超声波风速仪	
45	制动器	
46	吊具防摇、防扭系统	
47	吊具姿态检测系统	
48	起升、大车、小车定位	

49	联轴器	
50	缓冲器	
51	车轮、轴等锻件	
52	远程控制台	
53	2D 激光雷达	
54	联动台	
55	防风拉索	